



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

"Sistema Bitufor para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible Villa María del Triunfo, 2022"

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Quispe Santamaria, Jorge Aaron ([orcid.org/0000-0002-3838-7832](https://orcid.org/0000-0002-3838-7832))

**ASESOR:**

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique ([orcid.org/000-0002-0684-5114](https://orcid.org/000-0002-0684-5114))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA - PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres Víctor Hugo y María Elena ya que por ellos encontré las ganas de superación y me dieron la fuerza y el apoyo a seguir esforzándome cada día y enseñarme todas sus virtudes que a lo largo de mi vida me fueron volviendo una gran persona.

## AGRADECIMIENTO

Ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amados padres, como una meta más conquistada. Orgulloso de tenerlos como mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante.

Dr. Cancho Zuñiga Gerardo. Sin usted y sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no lo hubiese logrado tan fácil. Sus consejos fueron siempre útiles cuando no salían de mi pensamiento las ideas para escribir lo que hoy he logrado. Usted formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan. Muchas gracias por sus múltiples palabras de aliento, cuando más las necesite por estar allí. Gracias por sus orientaciones

# Índice de Contenidos

Carátula .....	I
Dedicatoria.....	II
Agradecimiento .....	III
Índice de Contenidos .....	IV
Índice de Tablas.....	VI
Índice de Figuras .....	VII
Índice de Gráficos .....	VIII
Resumen .....	IX
Abstract.....	X
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>17</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	17
3.2. Variables y operacionalización .....	18
3.2. Población, muestra y muestreo .....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Procedimiento.....	22
3.6. Análisis de datos .....	22
3.7. Aspectos éticos .....	22
3.8. Aspectos administrativos.....	24
3.9. Recursos y Presupuestos.....	24
3.10. Financiamiento .....	25
3.11. Cronograma de ejecución .....	26

<b>IV. RESULTADOS</b> .....	28
4.1. Descripción de la zona de estudio .....	28
4.2. Resultados de la obtención del IMDA.....	29
4.3. Resultados de ejes equivalentes.....	33
4.4. Resultados de ensayos.....	59
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	61
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	64
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	65
<b>REFERENCIAS</b> .....	66
<b>ANEXOS</b> .....	68

## Índice de Tablas

Tabla N° 1 Bienes y Servicios y Recursos Humanos .....	25
Tabla N° 2 Presupuesto .....	26
Tabla N° 3 Financiamiento .....	26
Tabla N° 4 Cronograma de Ejecución PI .....	27
Tabla N° 5 Cronograma de Ejecución DPI .....	28
Tabla N° 6 Fb/Fd/Fc.....	34
Tabla N° 7 Tráfico actual por vehiculo.....	35
Tabla N° 8 Demanda proyectada .....	36
Tabla N° 9 Equivalentes por cada vehiculo .....	37
Tabla N° 10 Profundida según IMDA.....	40
Tabla N° 11 Granulometria.....	43
Tabla N° 12 Nivel de confiabilidad.....	49
Tabla N° 13 Coeficiente de desviacion estandar .....	50
Tabla N° 14 Indice de serviciabilidad.....	51
Tabla N° 15 Indice de serviciabilidad final .....	51
Tabla N° 16 Modulo resilente .....	52
Tabla N° 17 Coeficientes estructurales .....	53
Tabla N° 19 Resultados de reforzamiento con sistema bitufor .....	56
Tabla N° 20 Resultados marshall Modulo resilente .....	57
Tabla N° 21 Caracteristicas de la mezcla con el sistema bitufor.....	61
Tabla N° 22 Caracteristicas de un pavimento s/c sistema bitufor .....	62
TABLA N° 23 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	1
TABLA N° 24 MATRIZ DE OPERACIONALIZACION V.I.....	2
TABLA N° 25 MATRIZ DE OPERACIONALIZACION V.D.....	3

## Índice de Figuras

Figura N° 1 Ubicación de la zona de estudio .....	29
Figura N° 2 Volumen de trafico diario .....	30
Figura N° 3 Trafico vehicular s/c factor de corrección .....	31
Figura N° 4 Calculo del IMD .....	31
Figura N° 5 Porcentaje de vehiculos .....	32
Figura N° 6 Composición del tráfico según vehículos .....	33
Figura N° 7 Factores de distribución direccional y de carril .....	34
Figura N° 8 $f_c$ .....	36
Figura N° 9 Ubicación del sistema bitufo .....	38
Figura N° 10 Composición de un pavimento flexible .....	38
Figura N° 11 Aplicación del sistema bitufo .....	39
Figura N° 12 Calicata .....	41
Figura N° 13 Muestra calicata .....	41
Figura N° 14 Cuarteo de muestra .....	42
Figura N° 15 Separacion por tamizado .....	42
Figura N° 16 Ensayo proctor .....	44
Figura N° 17 Curva de máxima densidad vs optimo contenido de humedad .....	45
Figura N° 18 Diagrama de fluidez .....	46
Figura N° 19 Curva Densidad Seca vs C.B.R .....	47
Figura N° 20 diagrama de penetración según 56/25/10 .....	47
Figura N° 21 Ensayo marshall c/s sistema bitufo .....	47
Figura N° 22 Resultado turnitin .....	4

## Índice de Gráficos

Grafico N°1 Porcentaje de vacíos .....	59
Grafico N°2 Relación de estabilidad .....	59
Grafico N°3 Relación de estabilidad/flujo .....	60



## RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivos general analizar si la aplicación del sistema bitufor reduce la reflexión de un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022, utilizando una metodología de tipo experimental ya que los datos se van a obtener con la experimentación y manipulación de las variables, de tipo aplicada y un enfoque cuantitativo, para los cuales se usaron instrumentos tales como: normas técnicas, equipo de laboratorio para los ensayos y uso de fórmulas mediante hojas de datos, teniendo como población el jr. Jorge Chávez en San Gabriel VMT, en cuanto a la muestra Jirón Jorge Chávez que se tomó desde la calle Manco Inca hasta la Av. José Carlos Mariátegui y teniendo un muestreo no probabilístico. En cuanto a los resultados primero se procedió a realizar el cálculo del IMDA para poder saber cuántas o que profundidad debería de realizarse las calicatas, la cual dio una calicata de 1.5m, posteriormente se llevó a laboratorio la muestra para poder analizar el tipo de suelo y todo lo que presenta este, dando como resultado que es una arena pobremente gravada con limo, posteriormente se realizó el ensayo Proctor modificado para poder obtener la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad, luego se procedió a realizar el ensayo de C.B.R el cual nos dio la resistencia en la subrasante, sub base y base, para poder realizar el diseño y posteriormente realizar el Ensayo Marshall en el cual se realizaron 10 briquetas con pavimento flexible natural y 10 briquetas con pavimento flexible utilizando el sistema bitufor, el cual mediante el ensayo Marshall nos dio los resultados que el pavimento flexible mediante el sistema bitufor presenta una mejora en la estabilidad y en la relación estabilidad/flujo el cual nos da una mejora y se recomienda su aplicación de este mismo.

Palabras clave: Sistema Bitufor, Estabilidad y Flujo.

## ABSTRACT

The general objectives of this research project are to analyze whether the application of the bitufor system reduces the reflection of a flexible pavement in Villa María del Triunfo, 2022, using an experimental methodology, since the data will be obtained through experimentation and manipulation of the variables, of applied type and a quantitative approach, for which instruments such as: technical standards, laboratory equipment for tests and use of formulas through data sheets were used, having as population the jr. Jorge Chávez in San Gabriel VMT, regarding the Jorge Chávez shred sample that was taken from Manco Inca Street to José Carlos Mariátegui Avenue and having a non-probabilistic sampling.

As for the results, the IMDA calculation was first carried out in order to know how many or how deep the pits should be made, which gave a pit of 1.5m, later the sample was taken to the laboratory to be able to analyze the type of soil. and everything that this presents, resulting in a sand poorly encumbered with silt, later the modified Proctor test was carried out in order to obtain the maximum dry density and the optimum moisture content, then the C.B.R test was carried out on which gave us the resistance in the subgrade, sub base and base, to be able to carry out the design and later carry out the Marshall Test in which 10 briquettes with natural flexible pavement and 10 briquettes with flexible pavement were made using the bitufor system, which through the Marshall test gave us the results that the flexible pavement through the bitufor system presents an improvement in stability and in the relationship stability/flow which gives us an improvement and its application is recommended.

Keywords: Bitufor System, Stability and Flow.

## I. INTRODUCCIÓN

### REALIDAD PROBLEMÁTICA

**A nivel internacional** se puede apreciar que las carreteras pavimentadas presentan un estado muy deteriorado, en consecuencia ello conlleva a los conductores que transitan por las carreteras a haber sentido en algún momento riesgo o miedo por el estado deteriorado de ellas, por tal razón, en el informe titulado "Conservación en la inversión por desarrollo del AEC, en un solo kilómetro de recorrido de unos 13 kilómetros de carretera viaria en España se puede percibir que presenta daños en más de un 50% de esta vía pavimentada, la cual a lo largo de la pavimentación en consecuencia ponen en peligro la seguridad de los ciudadanos".

Sin embargo, en las diferentes obras licitadas del estado peruano, se identificó por la Contraloría General que los diferentes proyectos que abarcan la infraestructura vial que se localizan en la capital, son alrededor de 6 distritos los cuales presentan carreteras que deben realizarse un proyecto de mejoramiento.

**A nivel nacional** el estado deteriorado en carreteras y veredas de tránsito peatonal referente a su pavimentación nos da a entender que nos enfrentamos a un muy alto déficit en cuanto a las vías pavimentadas, en tal motivo nos pone a pensar y reflexionar que de acuerdo al rol que cumple el gobierno y cuál es la correcta evaluación en cuanto a las posibles alternativas que pueden existir para la pavimentación de nuestras vías, ya que en cuanto a los servicios de transporte deben de cumplir con ser puntuales, económicamente rentables y en cuanto al ambiente sostenibles.

En la región de Lima las grietas y fisuras son unos de los principales problemas que inciden con la vida útil del pavimento y por ello esto nos presenta uno de los grandes desafíos que está netamente asociado con la rehabilitación de estos pavimentos, por ello propongo en la tesis la implantación de este sistema bitufor (SLURRY SEAL+ MESH TRACK) presentado este sistema para reducir la creación de grietas en el pavimento, entre otros beneficios que son el de prolongar la vida útil del pavimento. El uso del sistema se basa en el proyecto "Sistema Bitufor para

reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022”.

Es por ello que en la actual investigación se ha planteado el siguiente **Problema general**: ¿De qué manera el sistema bitufor reducirá la reflexión y prolongará la vida útil de un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022? Así mismo **Problemas específicos** son: ¿Cómo el sistema bitufor reducirá la reflexión en grietas en un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022?, ¿Con la implementación del sistema bitufor se prolongará la vida útil de un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022?, ¿El uso del sistema bitufor en el proceso constructivo generará un impacto positivo en el medio ambiente?

El proyecto del Sistema Bitufor tiene como justificaciones **Justificación social** esta justificación va a ser sumamente relevante para la sociedad porque podrá mejorar el pavimento flexible de tal manera que los habitantes podrán transcurrir de una forma más segura y con mayor comodidad, **Justificación práctica** el sistema bitufor podrá mejorar con tecnología moderna, economía y eficiente. Y ayudara a poder retardar la aparición de futuras grietas por la reflexión del pavimento flexible, **Justificación teórica** mediante este proyecto se espera lograr informar a los beneficiarios directos sobre el proceso constructivo del mismo. **Justificación metodológica** mediante la valuación del pavimento utilizando el sistema bitufor y a través de este sistema va a lograrse implementar una nueva metodología en la cual se va a hacer un diagnóstico sobre los pavimentos flexibles. **El objetivo general**: Analizar si la aplicación del sistema bitufor reduce la reflexión de un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022; Asimismo, los **Objetivos específicos** son: Determinar si el sistema bitufor disminuye la reflexión en grietas en un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022, Analizar si la implementación del sistema bitufor prolonga la vida útil de un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022, Determinar si el sistema bitufor en el proceso constructivo genera un impacto positivo en el medio ambiente. **Hipótesis general** el sistema bitufor reduce la reflexión y prolonga la vida útil de un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022. Así mismo las **Hipótesis específicas** las cuales son: El sistema bitufor disminuye la reflexión en grietas en un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022, La

implementación del sistema bitufofor prolonga la vida útil de un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022, El uso del sistema bitufofor en el proceso constructivo genera un impacto positivo en el medio ambiente.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales tenemos, Vargas, Jiménez (2017), teniendo como objetivo estudiar la aplicación de la geomalla utilizándose como un elemento que sirve de refuerzo en los pavimentos flexibles. La metodología es de tipo observacional. Obteniendo resultados en los ensayos que nos dicen que lo más apropiado para aplicar son los distintos métodos que nos dan el dimensionamiento, como puede ser el de AASHTO. La conclusión es que en los diversos proyectos en los cuales son ejecutadas las carreteras se debe desear con respeto a la estructura que comprende el pavimento deba presentar una cualidad en cuanto a la recepción con cargas dinámicas que sean aplicadas y que cumplan en cuanto a la vida útil de este, por ello al uso de los diversos métodos del diseño se debe basar principalmente en poder brindar el espesor mínimo a las partes que nos dan la estructura del pavimento. Loza (2016), que tuvo como objetivo el de Diseñar el Pavimento Flexible de la Av. Reynaldo Vásquez Sempértegui de la ciudad de Oruro. La metodología fue de diseño no experimental, Obteniendo resultados en las pruebas dieron que esta investigación que el flujo de vehículos en la Av. es de gran importancia ya que las zonas que conecta son de mucha importancia. En conclusión, nos dice que, dentro del diseño del pavimento flexible, utilizando la metodología ASSHTO – 93 se pudo obtener los resultados estimados. Espinoza, Correa (2018), se planteó el objetivo el de poder diseñar pavimentos con un menor costo utilizando los diversos programas computacionales, de tal manera disminuir los gastos de ello, la metodología fue de tipo experimental, obteniendo resultados que la metodología que emplea el MATLAB es una herramienta adecuada siempre que se emplee los datos iniciales. En conclusión, el programa MATLAB ayuda a disminuir los costos de pavimentos siempre que se emplee como se indica. Cárdenas, D. Holguim, o. (2019), teniendo como objetivo Auscultación usual realizada mediante el drone DJI Phantom 4 Pro, con implementación de metodologías VIZIR y PCI para Pavimentos flexibles en la carrera 69b sur entre la avenida Primera de Mayo y Calle 9 a sur - barrio Villa Claudia - ciudad Bogotá. La metodología es de diseño experimental, obteniendo resultados los cuales se pudo obtener que para los dos métodos una condición del pavimento la cual se considera como regular. En conclusión, se logró destacar la ventaja al incorporar la cual

facilita el procedimiento y logra automatizar los métodos a emplear. Hurtado (2016), teniendo como objetivo Análisis comparativo entre pavimento flexible y rígido para uso en ruta cantonal del Guarco. La metodología es de diseño experimental, Obteniendo resultados que el pavimento rígido tiene una gran durabilidad la cual es mayor al de un pavimento flexible, pero viendo el factor económico este necesita una mayor inversión. En conclusión, se decidió usar un pavimento flexible porque requiere un menor gasto. Coy, Gonzalo & Palomino (2017), teniendo como objetivo la evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134, entre carreteras 52ª a 53c, comparando los métodos VIZIR Y PCI. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá - Colombia. 2016, La metodología es de diseño experimental. Obteniendo resultados se comprendido que utilizando el método PCI 0.65, fue de un estado favorable e igualmente con el método VIZIR, en conclusión, mediante esta evaluación se da a entender que aplicando las dos metodologías llegan a ser de suma importancia para poder determinar la evaluación de pavimentos, y por ello la metodología VIZIR puede diferenciarse por ser una de las más fácil de aplicar, ya que logra separa los daños en la estructura de los que no están afectados. Ocaña & Cruz (2018), teniendo como objetivo la evaluación estructural de pavimentos flexibles construidos en la localidad de Usme, utilizando el deflectómetro de impacto o FWD. Universidad Santo Tomás. Bogotá D.C. Colombia. 2019. La metodología es de tipo experimental, Obteniendo como resultados utilizando el deflectómetro de cargar dinámica e impacto para encontrar las deflexiones, se logró determinar de acuerdo a los dos pavimentos los impactos, en cuanto a la conclusión se comprobó que los pavimentos que están en base al material reciclado RAP lograron presentar un mejor comportamiento que los pavimentos tradicionales. Rodríguez Zelaya, Edgar Vladimir (2019), que con su objetivo de realizar un mecanismo que tenga la función para la medición y su posterior calculo mediante el IRI, el cual está basado en un mecanismo MERLIN, con una metodología aplicada la cual le dio los resultados que se llegó a utilizar el mecanismo de pista CA12S perteneciente a un concreto asfáltico con un promedio de 1.9, el cual le dio la siguiente conclusión que se llegó a realizar el mecanismo el cual tuvo la opción de medir correctamente pavimento sea rígidos o flexibles. Pozo Diaz, Henry Cristóbal (2018), se planteó el objetivo de elaborar una correcta evaluación de la trabajabilidad de un pavimento flexible vigente con el fin de ver

cómo actúa su capa de rodadura y tenga una perfecta transitabilidad, con una metodología de tipo aplicada explicativa, la cual la conllevó a los siguientes resultados: los valores obtenidos de PSI fueron de 2.24 hasta 2.41 y le dio la siguiente conclusión que presenta una mala pavimentación que va desde medio a malo según la escala de servicio. Ramírez y Silva (2018), tuvo el objetivo de poder analizar el deterioro de la vía en un pavimento flexible en el Municipio de Ricaurte – cundimarca, con una metodología de tipo experimental y dándole de resultados que el método VIZIR ayudo a poder identificar los daños y deterioros que presentaba el pavimento, en conclusión, en conclusión, la metodología VIZIR ayudo a poder identificar y corregir la calidad del pavimento.

Como antecedentes nacionales tenemos a Reyes y Zamora (2018), teniendo como objetivo emplear el sistema bitufor para el diseño de un pavimento flexible y lograr hacer la carretera Huanchaco-Santiago de Cao, La Libertad más sustentable. La metodología es de tipo experimental y aplicada, obteniendo resultados en los cuales se identificó la disminución en casi un 20%, lo cual ayudo a ahorrar en casi un 10% de material el cual es la mezcla de asfalto, también se logró apreciar que los esfuerzos en cuanto al pavimento se lograron reducir gracias a la aplicación de este sistema bitufor, en conclusión, la carretera presentaba un estado deteriorado debido al tráfico vehicular y los fenómenos climáticos. Solís & Vallejo (2019), tuvieron como objetivo el evaluar el pavimento flexible y el estado en el que se encuentra la AV. CHINCHAYSUYO desde el tramo PASCO YORTUQUE utilizando el método del PCI, cumpliendo con una metodología de tipo experimental, dándoles como resultados que después de haber realizado la evaluación de la vía se pudo determinar que el pavimento presentaba buenas características, en conclusión se pudo llegar a estimar la propuesta económica la cual nos llegó a ayudar para el mejoramiento de dicha estructura. Condorchoa Anculle, Ceferino Godofredo (2019), con el objetivo de analizar los diversos deterioros entre los factores como el clima y utilizar como solución el PCI ica, con una metodología de tipo explicativa-experimental, obteniendo resultados la determinación y la mejora en la gestión del mantenimiento del pavimento, en conclusión, hay una gran relación entre el clima y el deterioro del pavimento ya que según el clima las estadísticas que debe presentar este son distinto. Estrada (2017), en cuanto a su objetivo tuvo el de poder



estudiar y posteriormente poder evaluar el desempeño de una mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 Plus con otra mezcla asfáltica modificada con polímero de tipo SBS PG 70 – 28 en donde se determinaría cual era el que tenía mejor desempeño, La metodología de este proyecto fue de experimental y aplicada, Obteniendo resultados como que el SP o ligante asfáltico cumplía un perfecto desempeño en cuanto a su temperatura mínima, en conclusión estas pruebas que fueron realizadas en laboratorio, nos dicen que el asfalto en el que se utilizó polímero puede llegar a soportar una carga mayor al asfalto tradicional. Manayay, L. y Mudarra, R. (2018), Tuvo como objetivo Estudiar la Transpirabilidad vial en la Avenida Aeropuerto distrito de Huanchaco, Trujillo - La Libertad, aplicando la metodología AASHTO 93; la metodología es de tipo aplicada y diseño descriptivo. Obteniendo resultados se logró obtener los datos que corresponden con el tránsito vehicular en la carretera de estudio, la conclusión fue que se pudo determinar si el flujo vehicular en cuanto a la transpirabilidad la cual resulto de un IMDA con una proyección de 20 años de 381 vehículos de acuerdo al ESAL de 1 770,000 vehículos. Huincho, Ochoa y Escobar, Bellido (2017), Presenta su objetivo el IMDA para el diseño del pavimento flexible en Santa Rosa-Sachapite-Huancavelica-2017, tuvo una metodología experimental, En cuanto a los resultados se logró catalogar un 7.2% del suelo de la subrasante regular lo que lo conllevó al no optar por cambios en la estabilización del suelo, Con las conclusiones se logró obtener que el IMDA es de 467 veh/día por ello los valores que tomara este diseño se tendrán que adecuar para poder obtener un correcto diseño. Castillo, Ynga (2018), con el objetivo el de diseñar un pavimento para poder mejorar el tránsito vehicular y peatonal l mismo tiempo ayudando a las personas discapacitadas, su metodología era experimental y aplicada, como los resultados logro obtener las condiciones las cuales son necesaria para dicho objetivo, en cuanto a la conclusión se obtuvo que el pavimento rígido y flexible ayudan a poder mejorar la transpirabilidad siempre que se use las norma AASHTO, CE.10 Pavimentos Urbanos y A.120 Accesibilidad para personas discapacitadas siguiendo la normativa de estos. Cuentas, Paucar (2019), tenía de objetivo el diseñar un pavimento poroso que aporte a la disminución de aguas de lluvia en las vías de tránsito. Con su metodología de tipo experimental, dándole como resultados la permeabilidad llego a encontrarse de acuerdo al rango con respecto a la norma EG-2013, y en conclusión se puede aplicar y utilizar en

distintas zonas de puno. Bazán Tuesta y Vargas Guevara (2020), con el objetivo el poder desarrollar un adecuado proceso constructivo utilizando el método AASHTO-93, para el poder mejorar la transitabilidad de los transeúntes en las calles las margaritas, en cuanto a su metodología fue de tipo experimental, como resultados le dio que al realizar el estudio de suelos presenta una buena composición para resistir las cargas de tránsito si se usa el pavimento flexible, en cuanto a su conclusión el pavimento rígido presenta un mayor costo inicial pero a la larga presentara un menos costo de mantenimiento. Cordero (2019), con el objetivo de establecer un grado de servicio en un pavimento flexible dando una mejor transitabilidad vehicular en la Av. Carlos Izaguirre, cumpliendo con una metodología de tipo aplicada y explicativa, dándonos como resultados que en la evaluación de la rugosidad del pavimento utilizando el método merlín se llegó a alcanzar 2 valores que nos dice que el pavimento presente era bueno, en conclusiones se logró estimar que la superficie del pavimento flexible de acuerdo a los datos hallados. Alfaro (2018), con el objetivo determinar el estado de conservación del pavimento flexible en la av. la cultura en Trujillo, utilizando el método de condición del pavimento, con una metodología experimental , dándole como resultados que la condición del tramo calculado era buena, considerando las fallas presentadas y que por la magnitud no podrían representar un problema a los ciudadanos, en conclusión los camiones, custer y combis predominaron en un 30% y las fallas que mayormente presentaba eran por la peladura. Medina, Jaime (2019), se planteó el objetivo del Mejoramiento utilizando la emulsión asfáltica en la carpeta de rodadura en la AV. Pachacútec, en Abancay-Apurímac, con una metodología de tipo experimental, obteniendo como resultados que los pavimentos flexibles deben estar diseñados para dar un perfecto servicio de entre 10-15 años y que las causas más fuertes siendo el desgaste, en conclusión, su diseño es el utilizar materiales ya sean de préstamo y compactados con maquinaria adecuadas. Carbajal Terrones, Milton (2018), con el objetivo el de evaluar las condiciones que presenta un pavimento rígido en la Av. Chiclayo-José leonardo Ortiz utilizando el método PCI, con la metodología experimental, la cual le dio los siguientes resultados se logró determinar 69 unidades de losa en las cuales las fallas más notorias eran las de descascamiento, el pulimiento en los agregados, parche, grieta lineal, losa dividida, en cuanto a la conclusión la evaluación del pavimento rígido mediante el

método del PCI que es necesario el sellado de juntas y fisuras. Coripuna Osorio, Carlos y Huanacchiri Huamán, Yesenia (2019), presento como objetivo el determinar el estado de conservación de un pavimento utilizando el método pci con la aplicación del Software EvalPav, teniendo como metodología no experimental aplicada utilizando un enfoque cuantitativo, el cual le dio como resultados que la dificultad del tránsito de las diferentes inmobiliarias del distrito que fueron principalmente la razón del deterioro del pavimento, en cuanto a la conclusión el nuevo diseño de pavimento flexible evitara el deterioro prematuro en la vía. Criollo, Christopher (2020), con el objetivo de hacer un análisis técnico-económico utilizando el tratamiento con slurry seal desde la bicapa para la corona de la presa de poechos en lancones-Piura, con una metodología de tipo experimental, la cual le dio los resultados que para poder llegar a la decisión final es necesario que se realice el diseño de ambos tipos ya que con tal comparativa entre el slurry seal y la bicapa para llegar a la decisión de diseño final y en cuanto a las conclusiones se llegó al que el slurry seal es la opción más viable y más económica según las otras presentadas .

Como antecedentes en otros idiomas se cuenta con Castelo Branco, Luis Enrique (2016), had as an objective a project in which the damages that the pavements presented were automatically detected, in terms of its methodology it was of an applied and experimental type, with results detected that the The use of new tools or technologies would improve the monitoring of these, in conclusion the image processing and systems that help the collection of geographic information helped him to a correct classification of all the defects. Denis Saliko (2021), had as an objective aInvestigation of the structural response of pavements in cold region using instrumented test site data, in terms of its methodology it was of an experimental type, with results It allowed us to understand the various variables that occur in the environment and how these affect the flexible pavement, giving it a perfect conjecture and design, in conclusion Regarding the conclusions, the perfect design of a pavement taking into account its environment will give us a greater useful life expectancy.

En cuanto a los artículos científicos se cuenta con Zielinski, P. (2018), En su artículo científico tiene como objetivo el poder exhibir evaluando si el uso de mallas de acero para el mejoramiento en carreteras nacionales como es el de malopolska, la metodología es de tipo experimental y aplicada, los resultados se evaluó e la efectividad que tendría el refuerzo de este pavimento acá unos años después de su mejoramiento y se pudo encontrar que el efecto de este refuerzo ayudaría a su prolongación de este mismo, en cuanto a la conclusión luego de calcular las deformación por efecto de tracción se pudo calcular los criterios según el instituto de asfalto localizado en los EE.UU. J, Vargas Jiménez (2017), en su artículo científico tuvo como objetivo la implementación de geomallas como un elemento de refuerzo en pavimentos flexibles a fin de poder reforzar y mejorar el comportamiento de este, la metodología es aplicada y experimental, en cuanto a los resultados se pudo obtener que con respecto a las diversas pruebas de confinado se llegó a considerar que lo más apropiado en los amplios métodos de dimensionamiento como la ASSHTO, en conclusión se logró entender que se requiere que la estructura del pavimento deba tener la capacidad para poder receptor las cargas dinámicas que serán aplicadas para que cumpla con su vida útil. Hilda Gonzáles Fernández (2018), En su artículo científico nos dice como su objetivo la propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el PCI mediante la validación de su efectividad, en cuanto a su metodología es aplicada y experimental, sus resultados mediante el apoyo de la aplicación de la técnica del PCI, se llegó a poder realizar una correcta evaluación del pavimento a lo largo del tramo recorrido, y en conclusión mediante las inspección visual que se tuvo a lo largo del pavimento se pudo detectar varios tipos de deterioros.

Como **bases teóricas** relacionada a las variables tenemos lo siguiente

### **Variable independiente (sistema Bitufor)**

De acuerdo con PRODAC, MESH TRACK nos dice que este elemento se encuentra conformado de celdas de acero que presentan una forma hexagonal, y se encuentra reforzada con bandas de acero que estas torsionadas las cuales se encuentran unidas a la malla con el objetivo que este tenga un mejor agarre y al mismo tiempo pueda distribuir homogéneamente todas las cargas (2012, p.4), **Propiedades** el sistema bitufor se compone de la unión de la malla de refuerzo (mesh track) y (slurry seal) que es la capa asfáltica el sistema bitufor cumple la función de servir como un refuerzo para los pavimentos que se encuentran en un estado deteriorado **Características** más importante del sistema bitufor es que mejora la estructura del pavimento, como **Ventajas** tenemos que el sistema Bitufor es de uso fácil y económico de la colocación de la malla, otra ventaja es el que hace que la colocación de la capa de recubrimiento sea más fácil, En cuanto a sus **Desventajas** el sistema bitufor puede superar el costo de un pavimento flexible tradicional, en cuanto a sus **Dimensiones** como **el estudio del tránsito vehicular**, los cuales son valores que se obtienen de los conteos volumétricos, otra dimensión es **el presupuesto** el cual es el cálculo que se estima y el que nos va a permitir poder medir la variable, otro es **el diseño del pavimento** la cual se constituye por la unión del asfalto y se diseña mediante el método AASTHO 93, como **Indicadores** el **IMDA**, **EL ESAL**, **costo del pavimento flexible tradicional** y **costo del pavimento flexible con el sistema bitufor**, **las dimensiones de las capas que van a conformar** esta estructura para la **Escala de medición** tenemos que es **Nominal**, ya que se implicaría la denotación de las características únicas de la variable, en cuanto a los **Instrumentos** se van a emplear son : **fichas de registro** correspondientes a los **ensayos de laboratorio**, también se va a emplear las **fichas técnicas** de observación utilizando el programa s10 y en cuanto a los **Procedimientos** que se van a emplear a) para el sistema Bitufor serán colocación del slurry seal, el colocación del mesh track. Una vez empleado la lechada asfáltica se deberá obtener una correcta adherencia a la capa subyacente, se debe tener que la capa estructural este compuesta por la mezcla del Asfalto como prevención, en caso que la superficie del slurry seal presente contaminación no tendría de aplicarse encima de la capa asfáltica (PRODAC,2016).

### **Variable dependiente (Prolongar la vida útil)**

**Según Acción Sostenibilidad para todos**, el Prolongar la vida útil de un producto ya establecido por su fabricante, es en sí una representación de la economía lineal. Un modelo que se basa en el producir, usar para posteriormente tirar en vez de reutilizarlo, esto está terminando los limitados recursos con los que cuenta el planeta ya que además cuenta con una población que se encuentra en crecimiento, por ejemplo: desde 1950 hasta la actualidad se a triplicado la cantidad de habitantes (2020, P.6). **Propiedades** el prolongar la vida útil del pavimento, se compone mayormente de aplicar diversas técnicas para el mejoramiento en su estructura. Las **características** para la prolongación de la vida útil se caracterizan por usar diversas técnicas o herramientas para la aplicación de esta. **Las Ventajas** son que prolongando la vida útil el producto pueda llegar a servir y **perdurar más del tiempo planteado** y poder **reducir** costo en el remplazo de este mismo, como **desventajas** tenemos que puede llegar a aumentar el costo de este si no se hace un buen presupuesto con anterioridad, como **Dimensiones** tenemos **el desgaste** y **los estudios acelerados de vida útil** ya que estos ayudan a ver y predecir el comportamiento de los materiales y poder predecir su comportamiento futuro, en los **indicadores** contamos con las de ver el **tipo de falla, severidad de la falla ,trabajos de campo, el informe final y el mantenimiento preventivo**, en cuanto a la **Escala de medición** es ordinal ya que nos proporcionara datos con niveles de estimación siendo bajo/medio/alto, en cuanto a los **instrumentos** que se van a emplear en este proyecto serán el uso de **fichas técnicas** y usos de programas como **Excel** con **procedimientos** tenemos que los valores obtenidos en esta investigación van a ser procesados para posteriormente emplearse el programa Excel mediante gráficos y cuadros poder estimar el tiempo de vida útil del pavimento flexible empleando el sistema bitufor.

### **Variable dependiente (reducir la reflexión de grietas)**

**Según Marcos Pardo**, Usualmente para poder recuperar un pavimento agrietado o fisurado, se aplica una capa de mezcla asfáltica, pero esto no genera una solución duradera ya que los esfuerzos de corte siguen actuando y propagándose a la superficie (2018, p 2). Como **propiedades** el poder reducir la reflexión de grietas se conforma de la aplicación de diversas técnicas que pueden ser desde aplicar una base para cubrir el elemento o la utilización de mallas de reforzamiento entre otros. **Las ventajas** son que reduciendo la reflexión de grietas un elemento sea una edificación o un pavimento mejora su estructura y evita posibles riesgos para los transeúntes, como **desventajas** están que la aplicación de las técnicas para reducir la reflexión de grietas puede elevar el costo del material que se va a emplear, en **dimensiones** se conforma de **evaluación inicial** y **evaluación detallada**, en cuanto a los **indicadores** contamos con **índice de fallas** y **estado de la estructura**, en **escala de medición** es de tipo **ordinal**, en **instrumentos** que se van a emplear en este proyecto serán el uso de **fichas técnicas** y usos de programas como **Excel** con **procedimientos** tenemos que los valores obtenidos en esta investigación van a ser procesados para posteriormente emplearse el programa Excel mediante gráficos y cuadros poder estimar el tiempo de vida útil del pavimento flexible empleando el sistema bitufo.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de investigación

##### **Tipo de investigación:**

El tipo de la aplicación del presente proyecto será de tipo experimental en campo y en laboratorio en la cual se pretende el otorgar una reparación al daño que padecen los pavimentos flexibles, recaudando datos.

**La investigación es de diseño experimental**, ya que al realizar una evaluación de un pavimento flexible aplicando el sistema Bitufor en el Jirón Jorge Chávez, se logra hacer esta investigación teniendo como objetivo el poder mejorar la estructura de este pavimento.

En tal motivo, esta es una investigación experimental, porque va a ser experimentada a lo largo de todo el estudio de esta investigación, tomando términos más científicos

**Nivel de la investigación es explicativo** porque las variables que se tomaron en la presente investigación, se van a utilizar para poder explicar de qué manera el Sistema Bitufor reduce la reflexión de grietas y mejora la vida útil de este.

##### **Enfoque de la investigación**

Es de enfoque cuantitativo, ya que se tiene en la investigación las hipótesis, las cuales se van a comprobar mediante pruebas realizadas en laboratorio, para de esa manera poder dar una estimación con la cual se dará resultados.

##### **Diseño de investigación**

- Diseño experimental," ya que la determinación, del cómo se va a desarrollar se va a manipular las variables, para poder ver el efecto que causa la variable dependiente; asimismo poder analizar dichas variables.



### **3.2 variables y operacionalización**

#### **Variable independiente (Sistema Bitufor)**

**Definición conceptual:** De acuerdo con PRODAC, MESH TRACK nos dice que este elemento se encuentra conformado de celdas de acero que presentan una forma hexagonal, y se encuentra reforzada con bandas de acero que estas torsionadas las cuales se encuentran unidas a la malla con el objetivo que este tenga un mejor agarre y al mismo tiempo pueda distribuir homogéneamente todas las cargas (2012, p.4).

**Definición operacional:** El sistema bitufor nos brinda dos componentes los cuales son, la malla de acero que se compone de celdas hexagonales y la segunda la cual es la lechada asfáltica o slurry seal o lechada asfáltica la cual se encarga de cubrir toda la malla de acero.

**Indicadores:** los indicadores de la variable Sistema Bitufor fueron el costo del pavimento flexible tradicional y el costo del pavimento flexible con el sistema bitufor.

**Escala de medición:** la escala de medición de esta variable a sido la “Razón”.

#### **Variable dependiente (reducir la reflexión de grietas)**

**Definición conceptual:** Según Marcos Pardo, Usualmente para poder recuperar un pavimento agrietado o fisurado, se aplica una capa de mezcla asfáltica, pero esto no genera una solución duradera ya que los esfuerzos de corte siguen actuando y propagándose a la superficie (2018, p 2).

**Definición operacional:** Según Carlos Serrano el reducir la reflexión de grietas, implica el uso de diversas técnicas para su preservación de este, una de esas es el uso de la malla de fibra de vidrio(MACGRID AR), la cual ayuda significativamente con la migración del material y garantiza una perfecta permeabilidad, otro es el del refuerzo de acero(ROAD MESH), este nos ayuda limitando las deformaciones del pavimento ya que el acero es el material más rígido considerando los diversos materiales de refuerzo(2015, p.3).

**Dimensiones e Indicadores:** La variable cuenta con los siguientes indicadores **índice de fallas** y el **estado de la estructura**, y con sus dimensiones cuenta con **evaluación inicial y evaluación detallada**.

**Escala de medición:** ya que nos proporcionara datos con niveles de estimación siendo bajo/medio/alto se considera **ordinal**.

### **Variable dependiente (Prolongar la vida útil)**

**Definición conceptual:** De acuerdo con Marisol Mazecos, El método de prolongación de vida útil yace en el buen mantenimiento que le dan a los productos o instrumentos, ya bien sea en darle mantenimiento o darle instrumentos que mejoren su estructura (2010, p.2).

**Definición operacional:** Con respecto a la variable prolongar la vida útil, se analizará las dimensiones que son el desgaste y los estudios acelerados de vida útil para poder proveer su desempeño y como se podrá perdurar este sistema.

**Dimensiones e indicadores:** La variable **prolongar la vida útil** cuenta con las dimensiones las cuales son: **el desgaste y los estudios acelerados de vida útil** ya que estos ayudan a ver y predecir el comportamiento de los materiales y poder predecir su comportamiento futuro, en los **indicadores** contamos con las de ver el **tipo de falla, severidad de la falla, trabajos de campo, el informe final y el mantenimiento preventivo**.

**Escala de medición:** ya que nos proporcionara datos con niveles de estimación siendo bajo/medio/alto se considera **ordinal**.

Por consiguiente, en este proyecto de investigación se tomaron tres variables.

**La variable dependiente** “es la cual se mide mediante una lista de variables”.

**La variable independiente**” es la cual no se modifica ni manipula, sino la que sirve para ver la manipulación de la variable dependiente”.

Variable 01 Sistema Bitufor (Independiente).

Variable 02 Reducir la reflexión de grietas (Dependiente).

Variable 03 Prolongar la vida útil (Dependiente).

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Según la Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo (2013, p.2) Se logra entender que la población es el conjunto total de individuos, objetos o medidas las cuales poseen características comunes en un mismo lugar. La población de esta investigación es el Jr. Jorge Chávez en San Gabriel-VMT.

#### **Muestra**

Según la Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo (2013, p.2) Se entiende como muestra a los elementos que tienen intención de averiguar algo sobre una determinada población, este grupo se define como muestra, nuestra muestra es el jirón Jorge Chávez que se tomara desde la calle Manco Inca hasta la Av. José Carlos Mariátegui.

#### **Muestreo**

Según Mira JJ, Gómez (2011, p.1) El muestreo es el procedimiento por el cual se selecciona una muestra representativa de la población como objeto de estudio, el muestreo en esta investigación es de tipo no probabilístico, ya que no se basa en las probabilidades sino en sus respectivos ensayos los cuales están definidos por su investigador, el muestreo se realizará desde la calle Manco Inca hasta la Av. José Carlos Mariátegui

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **Técnicas de recolección de datos**

Según QuestionPro (2020, P.2) Las técnicas de recolección de datos se refieren a tomar un enfoque sistemático y poder reunir las diversas fuentes de información para poder responder las preguntas en cuestión y el poder evaluar los resultados anticipando mejor las probabilidades. Por ello la técnica que se van a utilizar en esta investigación para el poder recopilar los datos será la observación, ya que el diseño de esta investigación es experimental.

## **Instrumento y recolección de datos**

Los instrumentos son las herramientas las cuales se usan para poder recoger información las cuales luego se elegirán dependiendo de la técnica a utilizar (SULLCARAY,2012 p.82) de acuerdo a lo mencionado el proyecto de investigación tendrá los siguientes instrumentos:

**FICHAS DE REGISTRO:** Las fichas de registro son un instrumento que está diseñado con la finalidad de obtener datos en donde se utiliza examina algunos aspectos mediante fichas que son fáciles y muy sencillas de completar (BAVARESCO,2013 p.99). De acuerdo con lo mencionado en esta investigación se utilizará las fichas de registro de tal manera que se pueda recopilar los diversos datos obtenidos en los ensayos, los cuales se obtendrán en el laboratorio y las diversas conclusiones que se obtendrán de los estudios que se realizaran en el laboratorio.

### **FICHAS TECNICAS DE OBSERVACIÓN:**

Según MARTINS, F. y PALELLA, S. (2012 p.126) Nos dice que las fichas técnicas de observación es un tipo de documento en el cual se describe un objeto, proceso o programa determinado, las cuales pueden llegar a ser variables, estadísticas, fechas, etc.

Por ello en esta investigación se van a utilizar fichas técnicas con el objetivo de recolectar datos como el conteo de tráfico y el análisis de precios unitarios.

### **VALIDEZ:**

La validez se realiza usando los instrumentos de medición, esto con la finalidad de medir las variables en función de las dimensiones, en esta investigación la variable dependiente es el Sistema Bitufor.

### **CONFIABILIDAD:**

La confiabilidad de los instrumentos para la recolección de datos, serán determinados por los ensayos de laboratorio.

### **3.5 Procedimiento**

#### **Estudio de mecánica de suelos:**

El estudio de mecánica de suelos es uno muy importante, ya que de este se establecen las bases y características del adecuado terreno a diseñar en la carretera (MTC, 2014 p.29).

#### **Posteriormente se realizará**

- Estudio de tráfico
- Diseño de pavimento flexible tradicional en Marshall.
- Diseño de pavimento flexible con el Sistema bitufofor en Marshall.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Según Esteban, A. (2018, p.57) nos dice que los diversos métodos de análisis de datos son obtenidos mediante registros, tabulaciones y clasificaciones, teniendo en cuenta los variados procesos estadísticos, ya que ellos deben estar bien definidos. En esta investigación se tomó un enfoque cuantitativo, por lo tanto, va a ser ejecutado un análisis de datos ya que ello dará una mayor facilidad en las evaluaciones de los resultados en laboratorio.

### **3.7 Aspectos éticos**

Esta investigación está hecha según la norma ISO 690 y tiene el objetivo de cumplir con todos los parámetros que ella conlleva ya sean en las citas o referencias, por otro lado, los resultados de esta investigación serán validados por los expertos en los laboratorios para un correcto diseño.

### 3.8. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

#### 3.9. Presupuesto y Recursos

##### Recursos Humanos:

En el PDI se solicitó la ayuda de los siguientes recursos humanos y presupuestos:

**Tabla 1. Bienes, Servicios y Recursos Humanos.**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD.	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
<b>1</b>	<b>BIENES Y SERVICIOS</b>				
<b>1.01</b>	PAPEL BOND A4	MILL	1	24	24
<b>1.02</b>	UTILITARIOS DE ESCRITORIO	UND	1	20	20
<b>1.03</b>	LUZ	MES	4	100	400
<b>1.04</b>	INTERNET	MES	4	90	360
<b>TOTAL</b>					S/ 804.00
<b>2</b>	<b>RECURSOS HUMANOS</b>				
<b>2.01</b>	MOVILIDAD	GLB	-	100	100
<b>TOTAL</b>					S/ 100.00

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se puede apreciar el gasto que se va a realizar en los ensayos.

**Tabla 2. PRESUPUESTO.**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD.	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
1	<b>MATERIALES</b>				
1.01	LAMPA O PALA	UND	1	50	S/ 50.00
1.02	BARRETA	UND	1	40	S/ 40.00
1.03	EPP	UND	1	80	S/ 80.00
1.04	MALLA MESH TRACK	M2	1	22	S/ 22.00
TOTAL					S/ 192.00
<b>ENSAYOS</b>					
2	ENSAYOS DE LABORATORIO				
2.01	ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO	UND.	1	90.03	90.03
2.02	ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO	UND.			
2.03	ENSAYO DE LIMITE PLASTICO	UND.			
2.04	ENSAYO DE HUMEDAD	UND.			
2.05	ENSAYO DE CBR	UND.	1	340.07	340.07
2.06	DISEÑO MARSHALL	UND.	2	1199.99	2399.98
2.07	SALES, SULFATOS Y CLORUROS	UND.	1	180	180
TOTAL					S/ 3,010.08
TOTAL+descuent 10%					S/ 2,709.00
TOTAL, presupuesto					S/ 2,901.00

Fuente: Elaboración propia.

### 3.10. FINANCIAMIENTO

Este proyecto de investigación está totalmente financiado por el investigador, en el siguiente cuadro se puede ver el monto del financiamiento.

**TABLA 3. FINANCIAMIENTO**

ENTIDAD FINANCIERA	APELLIDOS Y NONBRES	MONTO	PORCENTAJE
<b>TESISTA</b>	QUISPE SANTAMARIA JORGE AARON	S/ 3,805.00	100%

Fuente: Elaboración propia.

### 3.11. Cronograma de ejecución

En las siguientes tablas se puede apreciar el cronograma de ejecución

**TABLA 4. CRONOGRAMA DE EJECUCION PI**

ETAPAS	NUMERO DE SEMANAS													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN														
1. Introducción del asesor	■													
2. Definición y explicación del título de investigación	■	■												
3. Orientación Metodológica		■	■											
4. Descripción de la realidad			■	■										
5. Planteamiento del problema, objetivos e hipótesis				■	■									
6. Elaborar la justificación y teorías relacionadas al tema de investigación					■	■								
7. Diseño y tipo de investigación cuadro de operacionalización y matriz de consistencia							■							
8. Enfoques conceptuales								■						
9. Enmienda de observaciones								■						
10. Delimitación de población y muestra.									■					
11. Designación de técnicas e instrumentos de recolección de datos									■					
12. Formulación del procedimiento, métodos y aspectos administrativos.									■					
13. Formulación de los aspectos administrativos.										■				
14. Presentación y sustentación de los avances ante el asesor											■			
15. Entrega del proyecto previa a la sustentación final												■		
16. sustentación final del proyecto de investigación ante el jurado													■	■

Fuente: Elaboración propia



Tabla n°5 CRONOGRAMA DE EJECUCION DPI

ETAPAS	NUMERO DE SEMANAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACION</b>																
<b>Capítulo V: RESULTADOS</b>	■															
Estudio de Al sistema bitufor		■														
Granulometría, Excavación de la calicata.			■													
Diseño de sistema bitufor				■												
Procedimiento					■											
ensayo de análisis granulométrico						■										
ensayo de limite liquido							■									
Ensayo de limite plástico								■								
Ensayo de índice de plasticidad									■							
Evaluación de los resultados de laboratorio										■						
Ensayo de CBR											■					
Ensayo Marshall												■				
Interpretación de los resultados obtenidos													■			
<b>Capítulo VI: DISCUSION</b>																
Recopilación de los datos																
Análisis de datos																
Comparación de los datos																
<b>Capítulo VII: CONCLUSION Y RECOMENDACIONES</b>																
Conclusiones																
Recomendaciones																
<b>REVISION FINAL</b>																
<b>SUSTENTACION</b>																

FUENTE: Elaboración propia

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Descripción de la zona de estudio

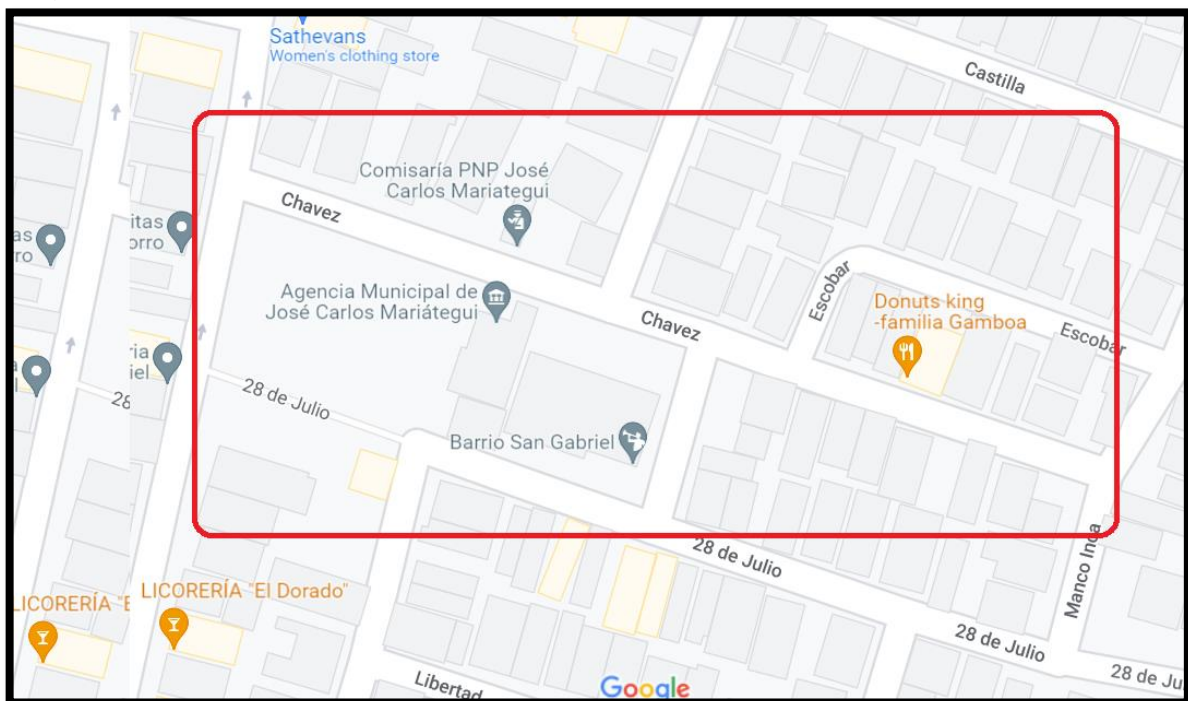
#### Nombre de la tesis:

"Sistema Bitufor para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible Villa María del Triunfo, 2022"

#### Ubicación de la zona:

La accesibilidad a la zona de estudio, se puede realizar de diversas maneras ya que esta calle se encuentra cerca a la av. José Carlos Mariátegui, la cual es la entrada principal a san Gabriel, la cual comienza en el paradero n°14 y la calle manco inca.

Figura n°1 Ubicación de la zona de estudio



Fuente: Google maps

## Resultados de la obtención IMDA

Para la obtención del IMDA se tomaron los datos en campo y mediante hojas de cálculo se pudo obtener, tal cual como se puede apreciar en las siguientes tablas.

Figura n°2 volumen de trafico diario

Tramo	Cod Estación	Estación	VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO										CRUCE CON...	Ubicación	Sentido	Día	TOTAL	PORC. %				
			CAMILONETAS			BUS		CAMION			SEMITRAYLER								TRAYLERS			
			STATION WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	MICRO	2E	>=3E	2E	3E	4E							251/252	253	351/352	>=353
		E-1	entrada maritaguei - av. blanco inca													DEL 13/04/2022 AL 19/04/2022						
DIA	AUTO	WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	MICRO	2E	>=3E	2E	3E	4E	251/252	253	351/352	>=353	272	273	372	>=373	TOTAL	PORC. %	
SABADO	20	0	78	1	16	8	3	1	16	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	33.05	
DOMINGO	32	2	56	4	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	9.47	
LUNES	18	0	45	5	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	13.61	
MARTES	12	0	56	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	8.28	
MIÉRCOLES	15	0	56	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	8.28	
JUEVES	16	0	45	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	10.65	
VIERNES	14	0	62	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	10.65	
TOTAL	127	0	398	21	21	8	3	1	41	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163	100.00	
IMD	18	0	57	3	3	1	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90		
%	20.00	0.00	63.33	3.33	3.33	1.11	0.00	0.00	6.67	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
VEHICULOS LIGEROS										VEHICULOS PESADOS												

Fuente: Elaboración propia

**Figura n°3** Tráfico vehicular s/c factor de corrección

TRAFICO VEHICULAR IMD Sin Corrección (Veh/dia)			TRAFICO VEHICULAR IMD ANUAL Y CLASIFICACION VEHICULAR (Veh/dia)		
Tipo de Vehículos	IMDS	Distrib.	Tipo de Vehículos	IMD	Distrib.
		%			%
Autos	18	20.0%	Autos	15	19.7%
Satation Wagon	0	0.0%	Satation Wagon	0	0.0%
Camioneta Pick Up	57	63.3%	Camioneta Pick Up	48	62.9%
Camioneta Panel	3	3.3%	Camioneta Panel	3	3.9%
COMBI RURAL	3	3.3%	COMBI RURAL	3	3.9%
Micro	1	1.1%	Micro	1	1.3%
Omnibus 2E y 3E	0	0.0%	Omnibus 2E y 3E	0	0.0%
Camión 2E	6	6.7%	Camión 2E	5	6.2%
Camión 3E	2	2.2%	Camión 3E	2	2.1%
Camión 4E	0	0.0%	Camión 4E	0	0.0%
Semi trayler	0	0.0%	Semi trayler	0	0.0%
Trayler	0	0.0%	Trayler	0	0.0%
<b>TOTAL IMD</b>	<b>90</b>	<b>100.0%</b>	<b>TOTAL IMD</b>	<b>76</b>	<b>100.0%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

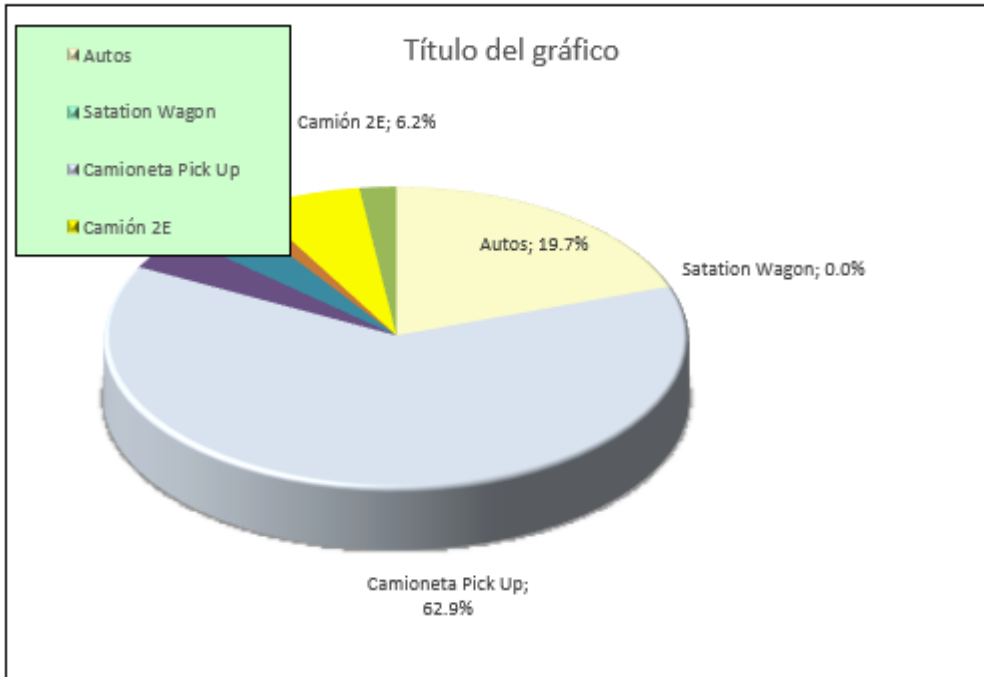
**Figura n°4** cálculo del IMD

CALCULO DEL IMD Resumen de Metodologia	
$IMD = \frac{VS}{7}$	
VS = Volumen Promedio Semanal	
Fc Veh. Ligeros =	<b>0.843053</b>
Fc Veh. Pesados =	<b>0.786872</b>
IMD =	<b>76</b> Vehiculos por dia
	27,848 V. x año

**Fuente:** Elaboración propia

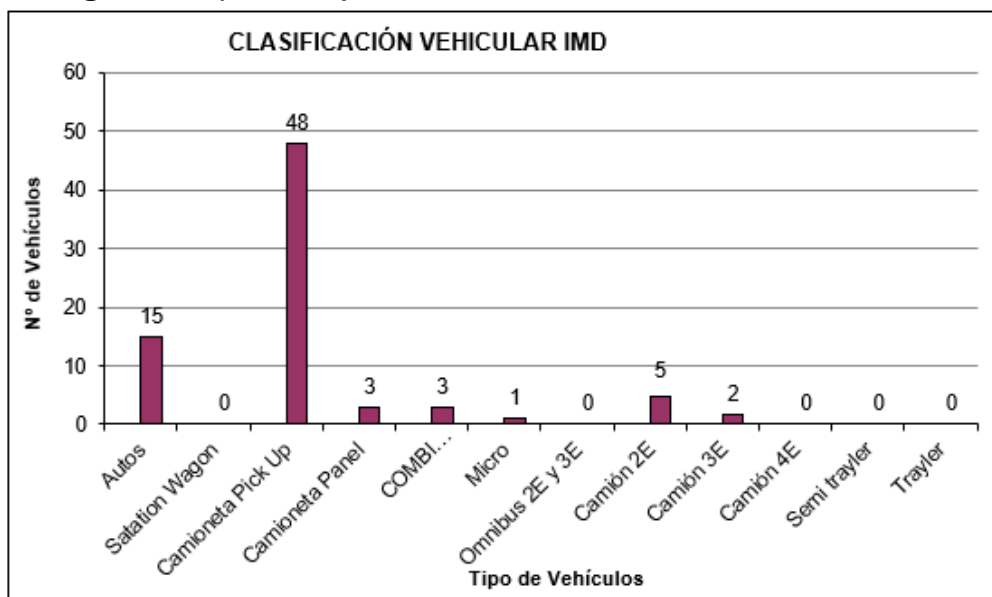
- En la siguiente imagen se puede ver en el grafico cual es el porcentaje que componen los vehículos.

**Figura n°5** porcentaje de vehículos



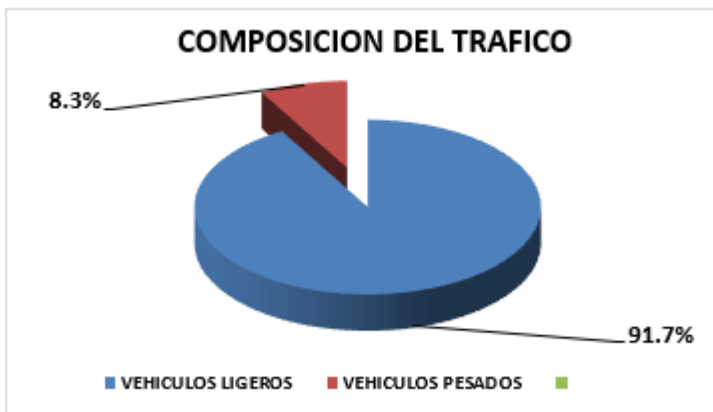
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura n°5** porcentaje de vehículos



**Fuente:** Elaboración propia.

Figura n°6 composición del tráfico según vehículos



Fuente: Elaboración propia

## CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES (ESAL).

- Definido también como ejes equivalentes (EE) al efecto por deterioro el cual es causado al pavimento por ejes simples.

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2tn} = \sum [(EE_{\text{día-carril}} * F_{ca} * 365)]$$

- FACTOR DIRECCIONAL /PRESIÓN/FACTOR DE CARRIL

Tabla n°6 Fb/FD/FC

FUERZA DE PRESIÓN (Fb)	1
FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	0.5
FACTOR CARRIL (Fc)	0.8

Fuente: elaboración propia

Figura n°7 factores de distribución direccional y de carril

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Base de datos de la guía aashto 93

- Del cual se puede obtener que el pavimento a diseño es de 1 calzada con dos sentidos del cual podemos obtener:
  - Numero de sentidos: 2 sentidos
  - Numero de carriles por sentido: 2
  - Factor direccional (Fd): 0.50
  - Factor carril (Fc): 0.80

**Tabla n°7 tráfico actual por vehículo**

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo		
Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automóvil	18	20.00
station wagon	0	0.00
camioneta pick up	57	63.33
camioneta panel	3	3.33
combi rural	3	3.33
micro	1	1.11
ómnibus 2e/3e	0	0.00
CAMION 2e	6	6.67
camión 3e	2	2.22
camión 4e	0	0.00
trayler	0	0.00
Semi Trayler ≥3S3	0	0.00
Trayler 2T2	0	0.00
Trayler 2T3	0	0.00
Trayler 3T2	0	0.00
Trayler ≥3T3	0	0.00
<b>IMD</b>	<b>90</b>	<b>100.00</b>

Fuente: elaboración propia

### OBTENCION DE LA DEMANDA PROYECTADA

- Se uso la siguiente formula

$$T_n = T_0 (1 + r)^{(n-1)}$$

$T_n$  = Tránsito proyectado al año en vehículo por día  
 $T_0$  = Tránsito actual (año base) en vehículo por día  
 $n$  = año futuro de proyección  
 $r$  = tasa anual de crecimiento de tránsito



Para posteriormente obtener los siguientes valores

Tabla n° 8 Demanda proyectada

DEMANDA PROYECTADA		
Tipo de Vehículo	IMD <sub>pi</sub>	Distribución (%)
Automovil	19	19.39
station wagon	0	0.00
camioneta pick up	61	61.39
camioneta panel	3	3.23
combi rural	3	3.23
micro	1	1.42
omnibus 2e/3e	0	0.00
CAMION 2e	8	8.51
camion 3e	3	2.84
camion 4e	0	0.00
trayler	0	0.00
Semi Trayler ≥3S3	0	0.00
Trayler 2T2	0	0.00
Trayler 2T3	0	0.00
Trayler 3T2	0	0.00
Trayler ≥3T3	0	0.00
<b>IMD</b>	<b>99</b>	<b>100.00</b>

Fuente: elaboración propia.

#### FACTOR De crecimiento

FIGURA n°8 fc

$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$	
Fca V. Ligeros=	10.35
Fca V. Pesados=	11.95

Fuente: manual AASHTO 93

#### EQUIVALENTES POR CADA TIPO DE VEHICULO

$$EE_{\text{día-carril}} = IMD_{PI} * F_D * F_C * F_{VPI} * F_{PI}$$

TABLA n°9 equivalente por cada vehículo

EQUIVALENTES POR CADA TIPO DE VEH

Tipo de Vehículo	E día-carril	Distribución (%)
Bus Grande	3	14.92
Camión 2E	3	11.21
Camión 3E	0	0.00
Camión 4E	9	41.41
Semi Trayler 2S1/2S	7	32.46
Semi Trayler 2S3	0	0.00
Semi Trayler 3S1/3S	0	0.00
Semi Trayler ≥3S3	0	0.00
Trayler 2T2	0	0.00
Trayler 2T3	0	0.00
Trayler 3T2	0	0.00
Trayler ≥3T3	0	0.00
IMD	23	100.00

- MEDIANTE LA SIGUIENTE FORMULA PODEMOS OBTENER EL NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES ESAL (EE).

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2tn} = \sum [(EE_{\text{día-carril}} * F_{ca} * 365)]$$

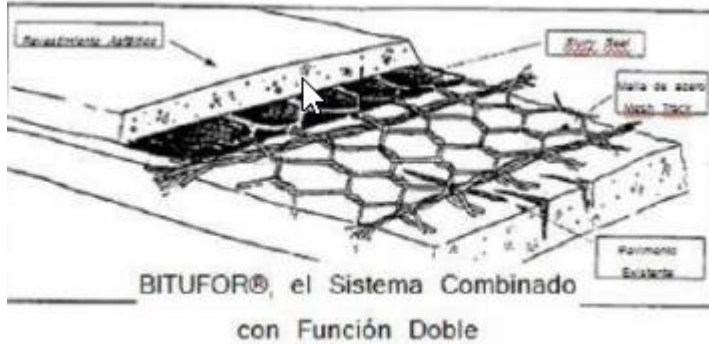
- DANDONOS COMO RESULTADO:

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2tn} = 98934 \text{ EE}$$

## ASPECTOS DEL SISTEMA BITUFOR

- Las bases para el diseño de pavimento flexible y la ubicación del sistema bitufor es la correcta colocación y ubicación de este.

**Figura n°9 Ubicación del sistema bitufor**



Fuente: Zarate García- Prodac

- El sistema bitufor se coloca entre la base y la carpeta asfáltica para posteriormente aplicarse la lechada asfáltica.

**Figura n°10 composición de un pavimento flexible**



Fuente: Pavimentos 15

- Como se puede apreciar en la siguiente fotografía.

**Figura n°11 Aplicación del sistema bitufor**



Fuente: Autopista Néstor Gambetta Callao

- La aplicación de este sistema nos da las siguientes ventajas.
  - Es económico:
    - Dándonos un menor tiempo a la instalación y un menos movimiento de tierra.
    - La obra tiene un menor tiempo en la ejecución
  - Es eficiente:
    - De tal manera que ayuda a aumentar la capacidad de cargar a la cual se somete la carretera
    - Ayuda a incrementar la fatiga y mejora la resistencia de la carretera.
  - Es rápido:
    - En el sentido de que tiene una instalación ayuda a facilitar el tiempo de termino.
    - Ayuda a reducir el trafico vehicular ya sea por su instalación rápida.

Para poder determinarse las características que presentarán los materiales, los cuales serán llevados a cabo mediante calicatas de acuerdo a su tipo de carretera.

De tal manera como se puede apreciar en el siguiente cuadro en el que se puede apreciar cómo influye el tipo de veh/día con respecto a la sub-rasante del proyecto.

Tabla n°10 Profundidad según IMDA

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas
Autopistas: Carreteras de IMDA mayor 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50m respecto al nivel de sub-rasante del proyecto.	Calzada 2 carriles por sentido 4 calicatas x km x sentido.
		Calzada 3 carriles por sentido 4 calicatas x km x sentido.
		Calzada 4 carriles por sentido 6 calicatas x km x sentido.
Carreteras Duales o Multicarril de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50m respecto al nivel de sub-rasante del proyecto.	Calzada 2 carriles por sentido 4 calicatas x km x sentido.
		Calzada 3 carriles por sentido 4 calicatas x km x sentido.
		Calzada 4 carriles por sentido 4 calicatas x km x sentido.
Carreteras de Primera Clase: Carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de sub-rasante del proyecto.	4 calicatas x km.
Carreteras de Segunda Clase: Carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de sub-rasante del proyecto.	3 calicatas x km.
Carreteras de Tercera Clase: Carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de sub-rasante del proyecto.	2 calicatas x km.
Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de sub-rasante del proyecto.	1 calicata x km.

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales.

+

## PROCEDIMIENTO

Se realizó una calicata de 1.5mts como indica la norma, para poder identificar el tipo y las propiedades que presenta el suelo.

**Figura n°12** calicata



Fuente: elaboración propia

- Se procedió a obtener la muestra.

**Figura n°13** calicata



Fuente: elaboración propia.

- Se llevo la muestra al respectivo laboratorio

Figura n°14 cuarteo de muestra



Fuente: elaboración propia.

Figura n°15 separación por tamizado



Fuente: elaboración propia.

Resultados de Análisis granulométrico por tamizado-ASTM D422/ MTC-E107

Tabla n°11 Granulometría

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76,20	--	--	100,0
2"	50,80	--	--	100,0
1 1/2"	38,10	--	--	100,0
1"	25,40	--	--	100,0
3/4"	19,05	--	--	100,0
3/8"	9,525	263,0	13,5	86,5
N° 4	4,760	351,9	18,1	68,4
N° 10	2,000	333,7	17,1	51,3
N° 20	0,840	286,7	14,7	36,6
N° 40	0,425	189,6	9,7	26,9
N° 60	0,260	174,4	8,9	18,0
N° 140	0,106	199,7	10,2	7,8
N° 200	0,074	18,3	0,9	6,9
-200		135,4	6,9	0,0

Fuente: laboratorio de suelos

Tabla n°11

% Grava [N° 4 < f < 3"]	31,6
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	61,5
% Finos [< N° 200]	6,9

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	--
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	3,7

CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	SP-SM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-1-b(0)
Descripción de la muestra :	ARENA POBREMENTE GRADADA CON LIMO

Fuente: laboratorio de suelos

- En la siguiente tabla se puede apreciar el contenido de humedad de la muestra.

Recipiente N°		1	2
Peso de suelo humedo + tara	g	608,0	685,0
Peso de suelo seco + tara	g	588,7	663,6
Peso de tara	g	80,9	70,5
Peso de agua	g	19,3	21,4
Peso de suelo seco	g	507,8	593,1
Contenido de agua	%	3,8	3,6
<b>Contenido de Humedad (%)</b>		<b>3,7</b>	



## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

Figura n°16 ensayo de Proctor



Fuente: Laboratorio de suelos

- Se realizo el ensayo Proctor para poder obtener la Densidad seca(gr/cm<sup>3</sup>) /Contenido de humedad (%).

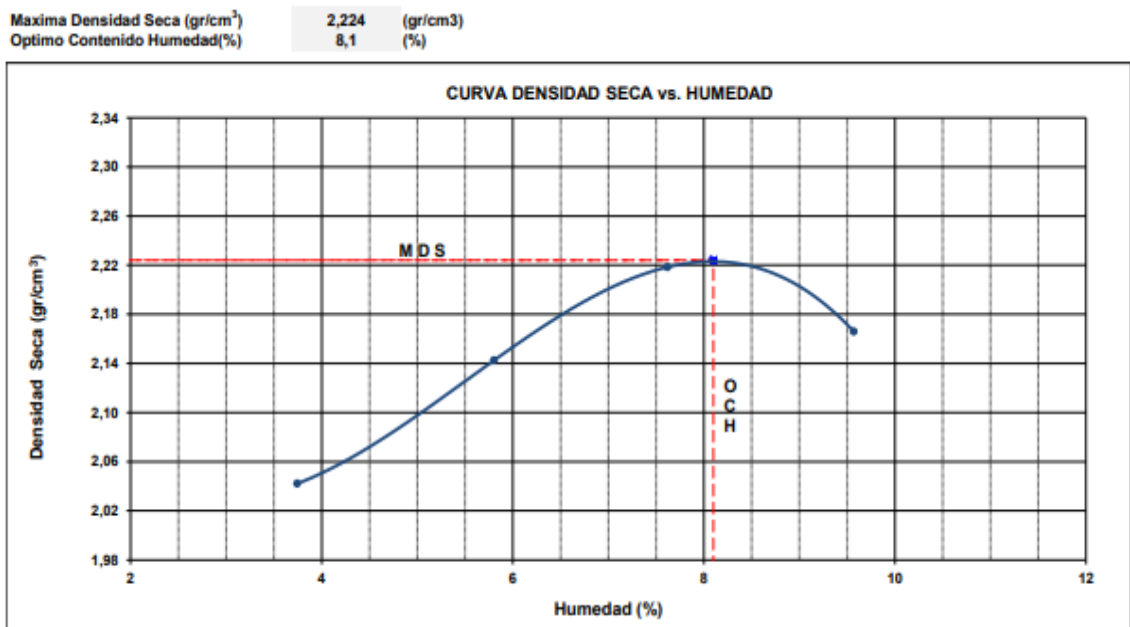
Metodo	COMPACTACIÓN			
Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	6253	6398	6516	6502
Peso del Molde (gr)	4181	4181	4181	4181
Peso suelo compacto (gr)	2072	2217	2335	2321
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	978,0	978,0	978,0	978,0
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,119	2,267	2,388	2,373
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,042	2,143	2,218	2,166

	HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	452,6	563,3	589,9	652,1
Tara + suelo seco (gr)	438,2	535,0	552,0	600,0
Peso del agua (gr)	14,4	28,3	37,9	52,1
Peso de tara (gr)	53,6	47,4	54,7	55,6
Peso suelo seco (gr)	384,6	487,6	497,3	544,4
Contenido de humedad(%)	3,7	5,8	7,6	9,6

- Mediante los datos obtenidos se puede graficar la curva de Densidad Seca vs Humedad, para posteriormente obtener la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad.

Figura n° 17 Curva de máxima densidad vs optimo contenido de humedad



Fuente: Laboratorio de suelos

- Luego se procedió a usar los datos obtenidos para el ensayo de C.B.R (CALIFORNIA BEARING RATIO).

MDS (gr/cm<sup>3</sup>) : 2,224  
MDS (gr/cm<sup>3</sup>) : 2,224  
OCH (%) : 8,1

**COMPACTACIÓN**

N° molde	I		II		III	
	56		25		10	
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12916	12976	12852	12968	12600	12762
Peso del Molde (gr)	7766	7766	7796	7796	7741	7741
Peso suelo compacto (gr)	5150	5210	5056	5172	4859	5021
Volumen del suelo (cm <sup>3</sup> )	2143	2143	2144	2144	2140	2140
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,404	2,432	2,359	2,413	2,271	2,346
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,224	2,237	2,180	2,209	2,103	2,142

**HUMEDAD**

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	623,3	597,8	600,7	590,5	633,1	614,7
Tara + suelo seco (gr)	582,4	555,3	559,6	547,3	590,5	566,9
Peso del agua (gr)	40,9	42,5	41,1	43,2	42,6	47,8
Peso de tara (gr)	77,5	65,9	58,3	80,1	56,4	66,3
Peso suelo seco (gr)	504,9	489,4	501,3	467,2	534,1	500,6
Contenido de humedad(%)	8,1	8,7	8,2	9,2	8,0	9,5

**EXPANSIÓN**

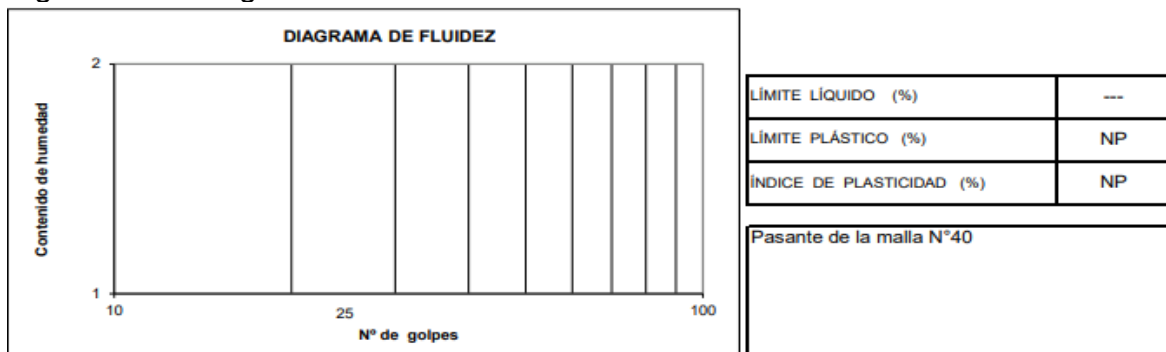
FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
22/04/2022	0	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
23/04/2022	24	8:07:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
24/04/2022	48	8:05:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
25/04/2022	72	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
26/04/2022	96	8:04:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTANDAR Lb/pulg2	MOLDE CARGA Lb/pulg2	I		MOLDE CARGA Lb/pulg2	II		MOLDE CARGA Lb/pulg2	III	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0,000		0			0			0		
0,025		87,5			61,3			35,0		
0,050		169,5			118,8			67,8		
0,075		261,2			182,8			104,5		
0,100	1000	351,5	458,5	45,8	246,0	320,9	32,1	140,6	183,4	18,3
0,125		452,9			317,0			181,2		
0,150		569,6			398,7			227,8		
0,175		694,6			486,2			277,9		
0,200	1500	825,2	920,0	61,3	577,7	640,0	42,7	330,1	375,0	25,0
0,300		1222,6			855,8			489,0		
0,400		1581,0			1106,7			632,4		
0,500		1900,5			1330,4			760,2		

- Logrando obtener los datos de compactación cuando disminuye la cantidad de golpes, los de humedad y en este caso no presento en expansión, por el motivo de que el suelo no presenta limite líquido, plástico ni índice de plasticidad.

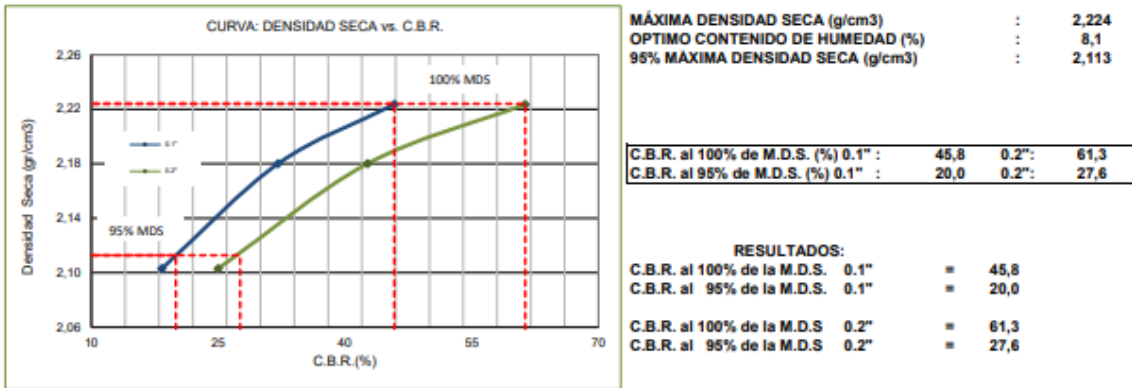
Figura n° 18 Diagrama de fluidez



Fuente: Resultados de laboratorio.

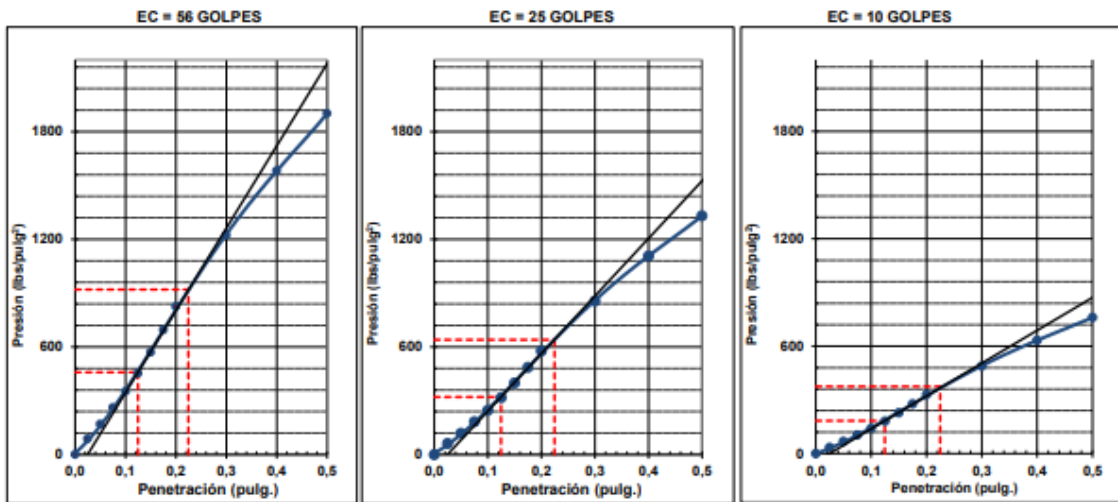
- Según los datos obtenidos se puede graficar la siguiente curva de densidad seca vs c.b.r en la cual se puede ver los máximos y más óptimos valores.

Figura nº19 Curva Densidad Seca vs C.B.R



- En los siguientes gráficos se pueden apreciar cómo reacciona la penetración cuando hay menos golpes.

Figura nº 20 diagrama de penetración según 56/25/10



Fuente: laboratorio de suelos.

- Ensayos sales, sulfatos, cloruros y ph..

SALES SOLUBLES TOTALES	12039 p.p.m.
NORMA BS 1377-Part. 3 - NTP 339.152	1,204 %

SULFATOS SOLUBLES	6041 p.p.m.
NORMA AASHTO T290 - NTP 339.178	0,604 %

CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES	870 p.p.m.
NORMA AASHTO T291 - NTP 339.177	0,087 %

Ph	7,44 ph
	21,90 °c

## METODO AASHTO

- El método ashto es uno de los métodos mas utilizados a nivel internacional para pavimentos, mediante la siguiente ecuación se va a poder conocer la efectividad del refuerzo que se necesitara aplicar para poder evitar la reflexión o propagación de las grietas.

**FIGURA n°21 FORMULA GENERAL ASSHTO**

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 9.36 \times \text{Log}_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10}(Mr) - 8.07$$

Fuente: aashto 93

Donde:

SN	= Número Estructural
W18	= Tráfico (Número de ESAL´s)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tr
ΔPSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
Mr	= Módulo de Resiliencia

## CÁLCULO DE LOS EE

- SE USAN LOS DATOS YA OBTENIDOS

ESAL's(W18) =	98,934.00
ESAL's(W18) =	9.89E+04

- EN CUANTO A LA CONFIABILIDAD TENERMOS PARA UN DISEÑO DE 10 O 20 AÑOS.

TABLA n°12 NIVEL DE CONFIABILIDAD

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	75,000	150,000	65%
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	95%
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	95%
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	95%
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	95%

FUENTE: GUIA AASHTO 93

- Dándonos una confiabilidad de 80%

- EN CUANTO A LA DESVIACION ESTÁNDAR ( $Z_r$ )

**TABLA n°13 COEFICIENTE DE DESVIACION ESTANDAR**

TPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL ( $Z_r$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	$T_{r0}$	75,000	150,000	-0.385
	$T_{r1}$	150,001	300,000	-0.524
	$T_{r2}$	300,001	500,000	-0.674
	$T_{r3}$	500,001	750,000	-0.842
	$T_{r4}$	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	$T_{r5}$	1,000,001	1,500,000	-1.036
	$T_{r6}$	1,500,001	3,000,000	-1.036
	$T_{r7}$	3,000,001	5,000,000	-1.036
	$T_{r8}$	5,000,001	7,500,000	-1.282
	$T_{r9}$	7,500,001	10,000,000	-1.282
	$T_{r10}$	10,000,001	12,500,000	-1.282
	$T_{r11}$	12,500,001	15,000,000	-1.282
	$T_{r12}$	15,000,001	20,000,000	-1.645
	$T_{r13}$	20,000,001	25,000,000	-1.645
	$T_{r14}$	25,000,001	30,000,000	-1.645
$T_{r15}$		>30,000,000	-1.645	

**FUENTE: AASHTO 93**

- El coeficiente de desviación estándar es de **-0842**

### ERROR ESTANDA COMBINADO

- Según el manual AASHTO los valores para seleccionar el error estándar combinado  $S_o$  son:

Para pavimentos flexibles	0.40 – 0.50
En construcción nueva	0.45

- En cuyo caso sería el  $S_o = 0.450$

## LA SERVICIABILIDAD PSI

- El índice de serviciabilidad puede tener un valor de 0-5 el cual refleja cuando la carretera presenta deterioro.

ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

- Entonces:

$$\Delta \text{PSI} = P_o - P_t$$

Tabla n°14 Índice de serviciabilidad

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P <sub>0</sub> )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	3.80
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	3.80
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	3.80
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	3.80

Fuente: AASHTO 93 guía

Donde P<sub>0</sub>: 3.8

Tabla n°15 Índice de sevicibilidad final (P<sub>t</sub>)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P <sub>t</sub> )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	2.00
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	2.00
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	2.00
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	2.00

Fuente: AASHTO 93 guía

$$\Delta \text{PSI} = 1.80$$



## MÓDULO RESILIENTE

- El modulo resiliente es el cual mide la rigidez en la sub rasante.
- Según los resultados de laboratorio se obtuvo

$$\text{CBR} = 20 \%$$

Tabla n°16 modulo resiliente

CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M <sub>r</sub> ) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M <sub>r</sub> ) (MPA)	CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M <sub>r</sub> ) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M <sub>r</sub> ) (MPA)
6	8,043.00	55.45	19	16,619.00	115.96
7	8,877.00	61.20	20	17,380.00	119.83
8	9,669.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.90	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.86	29	22,046.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

Fuente: Elaboración propia, en base a la ecuación de correlación CBR – M<sub>r</sub>, emitido por TRRL.

Fuente: AASHTO 93 guía

- Se obtuvo el Mr:

$$\text{Mr} = 17380.01 \text{ PSI}$$

- Mediante los tanteos entre estas dos ecuaciones podemos obtener el SN(número estructural obtenido).

$$\text{SN} = 1.564$$

- Ecuación I:

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) - Z_r \times S_o + 0.20 + 8.07$$

$$13.644$$

- Ecuación II:

$$9.36 \times \text{Log}_{10}(\text{SN} + 1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10}(\text{Mr})$$

$$13.644$$

Numero estructural calculado:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

SN	=	Número Estructural.
a <sub>1,2,3</sub>	=	Coefficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase
d <sub>1,2,3</sub>	=	Espesores (en cm) de las capas: superficial, base y subbase.
m <sub>2,3</sub>	=	Coefficiente de drenaje para las capas: superficial, base y subbase.

- TENIENDO:**

a <sub>1</sub> =	0.17	/cm
a <sub>2</sub> =	0.052	/cm
a <sub>3</sub> =	0.047	/cm

- Según el manual se identificaron los valores.

**TABLA n°17 Coeficientes estructurales**

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a <sub>i</sub> (cm)	OBSERVACIÓN
<b>CAPA SUPERFICIAL</b>			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	a <sub>1</sub>	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
<b>BASE</b>			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a <sub>2</sub>	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5'000,000 EE
<b>SUBBASE</b>			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a <sub>3</sub>	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a <sub>3</sub>	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico > 15'000,000 EE

Fuente: Guía AASHTO 93.

- Seguimos con la calidad del drenaje, para ello usamos la norma.

- CALIDAD DEL DRENAJE

**TABLA n°18 Valores para coeficiente de drenaje**

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

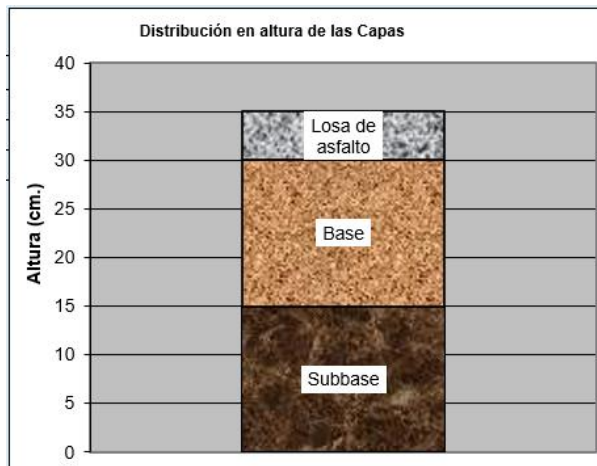
Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

**Fuente: Guía de Diseño AASHTO.**

<b>m2 =</b>	<b>1.15</b>
<b>m3 =</b>	<b>1</b>

Esesor de capa Superficial	<b>D1 =</b>	<b>5.00</b>
Esesor de Base	<b>D2 =</b>	<b>15.00</b>
Esesor de Subbase	<b>D3 =</b>	<b>15.00</b>

- Tenemos el número estructural requerido SN= 1.564.
- Tenemos de numero estructural calculado SN= 2.452
- El cual cumple.
- Con lo que podemos obtener la estructura de nuestro pavimento flexible.
- La malla va encima de la base.



**Losa de C° Asfáltico**  
**Base Granular**  
**Subbase granular**

	Pulg.	Cm.
e=	0.020	5.00
e=	0.059	15.00
e=	0.059	15.00

## REFLEXIÓN DE GRIETAS

Según GRATZ (2009) en su investigación se realizó modelos en tercera dimensión de pavimento utilizando reforzamiento como mallas las cuales eran constituidas por una capa por encima de la base a fin de poder evitar las reflexiones de grietas, dándole las siguientes formulas.

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	ESPESOR (cm)		
	PAVIMENTO FLEXIBLE TRADICIONAL	PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO SISTEMA BITUFOR	PAVIMENTO FLEXIBLE TRADICIONAL + SISTEMA BITUFOR-20%
LOSA DE ASFALTO	5.00	5.00	4.00
BASE	15.00	15.00	15.00
SUB-BASE	15.00	15.00	15.00

### 1. FORMULA PARA UN P. NO REFORZADO.

$$\log W_{T80} = \frac{1}{10^4} [255H_{recub} + 2.08E_{recub} + 45.3H_{HMA} + 8.73E_{HMA} + 1.34H_{base} + 6.93E_{base} + 1.49E_{expianada}]$$

### 2. FORMULA PARA UN P. REFORZADO

$$\log W_{T80} = \frac{1}{10^4} [250H_{recub} + 1.88E_{recub} + 50.6H_{HMA} + 9.86E_{HMA} + 1.64H_{base} + 7.46E_{base} + 2.85E_{expianada}]$$

Teniendo como:

- WT80: Número total de aplicaciones de carga de eje simple de 80KN
- Hrecub: Espesor de la capa de recubrimiento HMA (mm)
- Erecub: Módulo de resiliencia de la capa de recubrimiento HMA (MPa)
- HHMA: Espesor de la capa existente HMA (mm)
- EHMA: Módulo de resiliencia de la capa existente HMA (MPa)
- Hbase: Espesor de la capa base (mm)
- Ebase: Módulo de resiliencia de la base (MPa)
- Eexplanada: Módulo de resiliencia de la explanada

Realizando las siguientes formulas se pudo obtener los siguientes valores.

**Tabla n°19 Resultados de reforzamiento con sistema bitufor**

DATOS	PAVIMENTO FLEXIBLE	
	SIN REFORZAMIENTO	CON REFORZAMIENTO
WT80	98934	98934
Erecub (Mpa)	80.23	80.23
Hhma (mm)	100.00	150.00
Ehma (Mpa)	3.025	3.025
Hbase (mm)	150.00	150.00
Ebase (Mpa)	6.1	6.1
Eexplanada (Mpa)	3.025	3.025
Hrecub (cm)	5.00	4.00
Reducción (cm)	1	20.00%

**Fuente: elaboración propia.**

Obteniendo estos resultados podemos interpretar que la aplicación del sistema bitufor con el fin de reducir las grietas lo cual en la siguiente tabla se pueden apreciar el reforzamiento del pavimento flexible, nos da a entender que utilizando el reforzamiento o sistema bitufor si se le quita el 20 % de la carpeta asfáltica presentara el mismo comportamiento a un pavimento

flexible natural, esto nos da a entender que el sistema bitufo no solo nos ayuda a economizar sino a poder evitar las patologías y reflexiones que llegan a presentar estos mismos.

### **Prolongar la vida útil**

Un pavimento flexible tiene como característica en que el costo va a ser menor al de un pavimento rígido presentando periodo de vida útil de entre 10 hasta los 15 años, en las cuales se debe de poder cumplir con un mantenimiento continuo para poder conservar ese periodo, ya que este tipo de pavimento suele presentar grietas, roderas, dislocamientos, entre otros las cuales se implica la aplicación de diversos tratamientos a lo largo del tiempo, por tal motivo en la presente investigación se presenta el sistema bitufo para prolongar la vida de un pavimento flexible

### **Ensayo Marshall**

Figura n°21 ensayo marshall con S. Bitufor.



Fuente: Laboratorio de suelos

- Del ensayo marshall se pudo obtener los siguientes resultados:

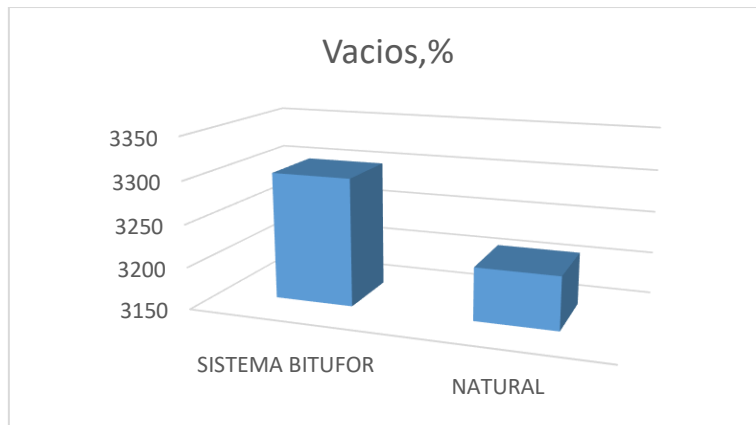
tabla n°20 resultados maarshal

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA	CLASE DE MEZCLA					
	NATURAL	GEOMALLA	A	B	C	
n° de golpes por cara	75	75	75	50	35	
Contenido Optimo de Cemento Asfaltico, %	6.1	6,0				
Peso especifico buls,g/cm2	2,540	2,550				
Vacios,%	4,5	4,0	3-5	3-5	3-5	
Vacios llenos con Cemento Asfaltico,%	67,0	69,0				
V.M.A,%	13,4	12,7				
Estabilidad,lb(KN)	3180 (14,15)	3340,0 (14,86)	8,15 KN	5,44 KN	4,53 KN	
Flujo,0.01" (0.25mm)	17,8 (4,5)	18,3 (4,6)	8-14	8-16	8-20	
Relacion de estabilidad/Flujo, kg/cm	3212,1	3,300,4	1.700-4.000			
Absorcion de Asfalto,%	2,6	2,6				
Temperatura de la Mezcla, C	150,0	150,0				

fuelle: laboratorios de suelos.

- Del cual podemos obtener los siguientes resultados que en cuanto al porcentaje de vacios se aprecia:

Grafico n° 1 Porcentaje de vacios

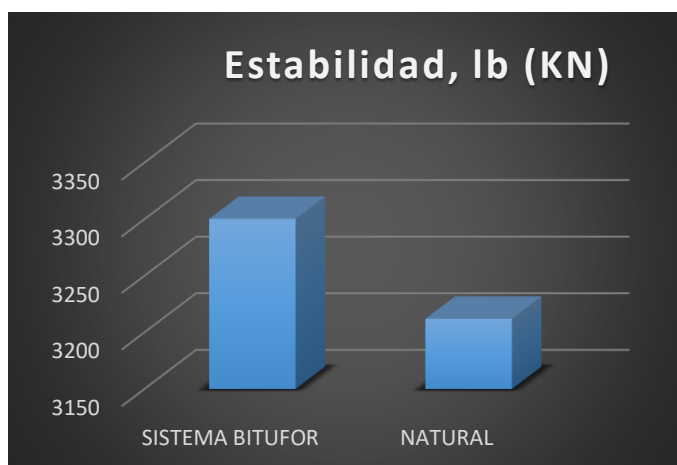


Fuente: Elaboración propia.

Siendo el porcentaje minimo 3 y maximo 5 según el MTC y por lo cual se nota una mejora.

- En cuanto a la estabilidad tenemos :

Grafico n°2 Relación de estabilidad



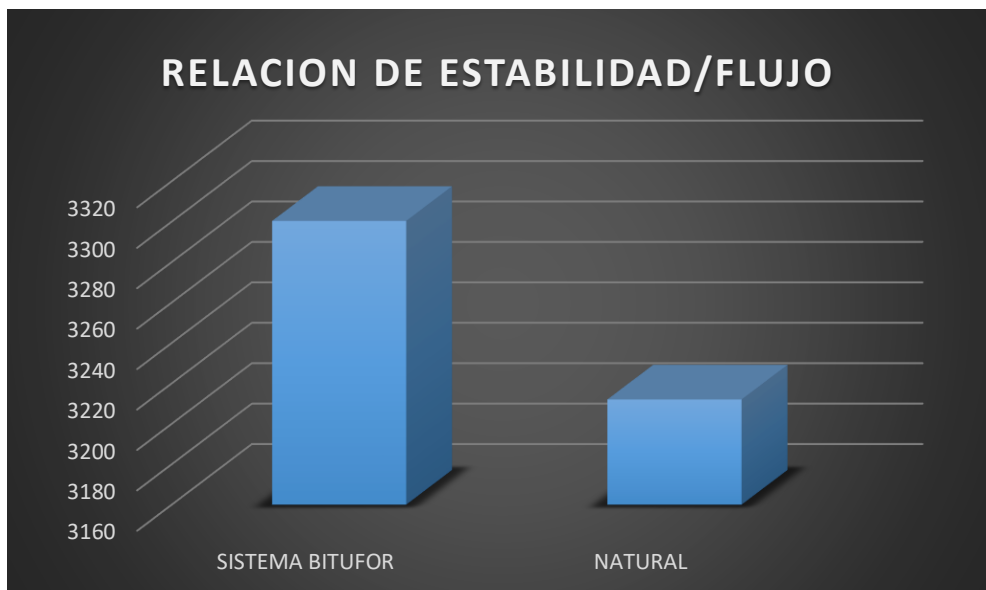
Fuente: Elaboración propia.

En el cual según la norma el minimo es de 8,15 KN y con el sistema bitufor le da una mayor estabilidad.



- En la relacion entre la estabilidad/ flujo tenemos:

Grafico n°3 Relacion de estabilidad/flujo.



Fuente: Elaboracion propia.

- Según la norma la relacion entre la estabilidad y el flujo debe de estar entre 1,700-4,000 en este caso implementando el sistema bitufor es mayor al uso del pavimento flexible natural.

## COMPARACION DE COSTOS

### PAVIMENTO FLEXIBLE:

ITEMS	DESCRIPCIÓN	ESPESOR = m	UND.	METRADO(216x6)	COSTO S/.	PARCIAL S/.
01	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>					S/ 176,644.80
01.01	SUB BASE GRANULAR=0.15m	0.15	M2	1296	S/ 25.50	S/ 33,048.00
01.02	BASE GRANULAR=.20m	0.2	M2	1296	S/ 27.86	S/ 36,106.56
01.03	IMPRIMACION ASFALTICA		M2	1296	S/ 8.30	S/ 10,756.80
01.04	CARPETA ASFALTICA CAL.	10	M2	1296	S/ 74.64	S/ 96,733.44

## PAVIMENTO FLEXIBLE CON SISTEMA BITUFOR

02	PAVIMENTO FLEXIBLE CON SISTEMA BITUFOR					S/ 216,302.40
02.01	SUB BASE GRANULAR=0.15m	0.15	M2	1296	S/ 25.50	S/ 33,048.00
2.02	BASE GRANULAR=.20m	0.2	M2	1296	S/ 27.86	S/ 36,106.56
02.03	SLURRY SEAL	0.01	M2	1296	S/ 6.00	S/ 7,776.00
02.04	COLOCACION DE MESH TRACK		M2	1296	S/ 24.60	S/ 31,881.60
02.05	IMPRIMACION ASFALTICA		M2	1296	S/ 8.30	S/ 10,756.80
02.06	CARPETA ASFALTICA CAL.	0.1	M2	1296	S/ 74.64	S/ 96,733.44

## V. DISCUSIÓN.

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante ensayos y plantillas recopiladas de manuales y con respecto a la hipótesis de este proyecto de investigación se puede discutir las siguientes hipótesis:

Según Tuesta Marín, Carlos Humberto (2020), en su proyecto de investigación **Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020**, se planteó determinar la influencia del Sistema Bitufor para mejorar la evaluación del pavimento flexible en la avenida Tomas Valle. El método es experimental – cuasiexperimental, tipo aplicada, nivel explicativo y enfoque cuantitativo, para poder realizar una evaluación a la vía la cual presentaba diversas fallas, obtuvo los siguientes resultados que se pueden visualizar en la tabla n°21 que a continuación se detalla.

Tabla n°21 características de la mezcla implementando el Sistema Bitufor

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA	
N° de golpes por cara	75
Contenido Optimo de Cemento Asfáltico (%)	5.9
Peso específico bulk (gr/cm <sup>3</sup> )	2.412
Vacios (%)	3.2
Vacios llenos con Cemento Asfáltico (%)	79.0
V.M.A (%)	15.7
Estabilidad Ib (kN)	3050.0 (13.57)
Flujo 0.01" (0,25mm)	13.2 (3.3)
Relación Estabilidad/Flujo. Kg/cm	4201.1
Absorción de Asfalto (%)	0.7
Temperatura de la Mezcla (°C)	145.0

Fuente: Tuesta Marín, Carlos Humberto.

Del análisis de mi tema de investigación determine el % de vacíos, la estabilidad y la relación entre la estabilidad/flujo como se puede apreciar en la tabla n°22 de mi tesis que a continuación detallo.

Tabla n°22 Características de una mezcla natural/sistema bitufor

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA	TUESTA MARIN	NATURAL	SIS. BITUFOR	CLASE DE MEZCLA		
				A	B	C
n° de golpes por cara	75	75	75	75	50	35
Contenido Optimo de Cemento Asfaltico, %	5.9	6.1	6,0			
Peso especifico buls,g/cm2	2	2,540	2,550			
Vacios,%	3.2	4,5	4,0	3-5	3-5	3-5
Vacios llenos con Cemento Asfaltico,%	79	67,0	69,0			
V.M.A,%	15.7	13,4	12,7			
Estabilidad,lb(KN)	3050.0 (13.57)	3180 (14,15)	3340,0 (14,86)	8,15 KN	5,44 KN	4,53 KN
Flujo,0.01" (0.25mm)	13.2 (3.3)	17,8 (4,5)	18,3 (4,6)	8-14	8-16	8-20
Relacion de estabilidad/Flujo, kg/cm	4201.1	3212,1	3,300,4	1.700-4.000		
Absorcion de Asfalto,%	0.7	2,6	2,6			
Temperatura de la Mezcla, C	145	150,0	150,0			

Fuente: Elaboración propia

- En cuanto al % vacíos este debe de ser menor y cumplir con el rango de 3-5 ya que de no cumplirse resulta en una mezcla porosa, la cual puede causar un deterioro a la estructura, utilizando el sistema bitufor se ve una mejora de 4.0 cumpliendo con la aceptación de la norma estando dentro del rango. De lo expresado y contrastando con el autor TUESTA MARIN ambos resultados cumplen con la norma.
- En la estabilidad TUESTA MARIN presenta de 3050.0 que en cuanto a la presente investigación se presenta 3340.0 el cual es mejor ya que una buena estabilización le da una capacidad de resistir los desplazamientos y evitar deformaciones.
- Con respecto a la relación entre la estabilidad/flujo TUESTA MARIN obtuvo 4201.1 pasándose del rango que indica el manual, en cuyo caso el trabajo de investigación presentado la relación fue de 3300,4 cumpliendo en el rango de 1.700-4.000.

Según PRODAC-PERÚ (2018) La implementación de la lechada asfáltica es una herramienta que ayuda a poder prolongar la vida de un pavimento, ya que el slurry seal ayuda de tal manera tapando las grietas y fisuras que se podrían presentar al momento de la aplicación de este mismo.

De acuerdo con Huanocchiri Huamán, Yesenia (2019) la conservación de un pavimento flexible con el fin de prolongar su vida útil es una de las principales técnicas que ayudan a poder aumentar la vida útil de un pavimento, realizando trabajos como son: los mantenimientos rutinarios a fin de evitar un deterioro.

Siguiendo estas recomendaciones del proyecto ya mencionado se tomó en cuenta los trabajos posteriores a su término con el fin de poder conservar y prolongar la vida útil, los cuales van a ser 20% menos a los de un pavimento flexible sin aplicación del sistema bitufor.

Según Amarano Molina, ZULEITH (2021), en su tesis “Diseño de pavimento flexible ambientalmente sostenible” que para que un pavimento genere un impacto positivo al ambiente este tiene que contribuirse con el cuidado del mismo.

Según los resultados obtenidos, un pavimento implementando el sistema bitufor trabaja un 20% con respectó a un pavimento flexible tradicional, otra razón es que reduce al mínimo la cantidad de excavación y el transporte del nuevo material, los materiales pueden ser como el acero y el asfalto casi totalmente reciclados. Según los resultados obtenidos el sistema bitufor logra ese objetivo al ser la malla mesh track de origen reciclado con el fin de disminuir la contaminación.

## **VI. CONCLUSIONES.**

- Se logro analizar si la aplicación del sistema bitufor reduce la reflexión de grietas en un pavimento flexible en VMT- san Gabriel mediante los ensayos Marshall se logró ver una mejora en el sistema de un 20% a comparación de un pavimento flexible tradicional.
- Se logro determinar si el sistema bitufor disminuye la reflexión en grietas en un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022, mediante el diseño de refuerzo siguiendo la normativa AASTHO 93 se llegó a los resultados que un pavimento con refuerzo ayuda a disminuir la reflexión en grietas, así como otras patologías las cuales presenta al transcurso de su vida útil del pavimento flexible.
- La implementación del sistema bitufor en un pavimento flexible si prolonga la vida útil del pavimento villa maría del triunfo, 2022. ya que al mejorar un 20% la estructura de este mismo a comparación de uno tradicional tiene una mayor esperanza de vida a uno sin refuerzo e implica un menor costo en su mantenimiento.
- Se logro determinar que el sistema bitufor genera un impacto positivo al ambiente, según los resultados obtenidos, un pavimento implementado con el sistema bitufor trabaja un 20 por ciento mejor a un pavimento flexible tradicional, otra razón es que reduce al mínimo la cantidad de excavación y el transporte del nuevo material, los materiales pueden ser como el acero y el asfalto casi totalmente reciclados.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aplicación del sistema bitufor, ya que logra reducir la reflexión y prolonga la vida útil de un pavimento flexible de acuerdo a los resultados obtenidos mejora la estructura del pavimento en un 20% a uno tradicional.
- Se recomienda el sistema bitufor, ya que disminuye la reflexión en grietas en un pavimento, así como otras patologías las cuales presenta al transcurso de su vida útil del pavimento flexible.
- Se recomienda La implementación del sistema bitufor, ya que prolonga la vida útil de un pavimento flexible, ayudando en la conservación ampliando el periodo de vida a fin de mejorar la estructura y que quieran reducir el mantenimiento a este mismo.
- Se sugiere el uso del sistema bitufor en el proceso constructivo, ya que genera un impacto positivo en el ambiente gracias a que los materiales empleados en la malla mesh track pueden ser reciclados.

## REFERENCIAS:

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. ( 2015). "Manual de carreteras " Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. ( 2017). Manual de ensayo de materiales. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017.

MONTEJO, Alfonso. (2016). Ingeniería de pavimentos para carreteras. Bogotá: Ágora Editores, 2016. ISBN/958-96036-2-9.

ORELLANA, Mauricio, PEÑA, Edgar y PEREZ, Blanca. (2015). Propuesta de diseño y proceso constructivo de lechada asfáltica en el mantenimiento de obras viales en el Salvador. Universidad de El Salvador, San Salvador: 2015.

PRODAC. (2016).<https://docplayer.es/8443354-Mesh-track-slurry-seal-membrana-elastica-impermeable-absorcion-de-deformaciones-entrecapas-mesh-track.html>.

REYES, Brayan y ZAMORA, José. (2018). Diseño del pavimento flexible utilizando el sistema bitufor como medida sustentable en la carretera Costanera Huanchaco- Santiago de Cao, La Libertad. Universidad Nacional de Trujillo, Perú: 2018.

VÁSQUES, Luis Ricardo. (2017). Paviment Condition Index (PCI). ingepav, Manizales: 2017.

Orbegoso, J. (2018). Bases teóricas para el Diseño de Pavimento Flexible en el Centro Poblado el Milagro, Trujillo, 2018 (tesis pregrado). Universidad Privada de Trujillo.

YARANGO, Eduardo. (2014). Rehabilitación de la carretera de acceso a la Sociedad Minera Cerro Verde (S.M.C.V) desde la prog. km 0+000 hasta el Km 1+900, en el distrito de Uchumayo, Arequipa, Arequipa. Empleando el sistema bitufor para reducir la reflexión de grietas y prolongar la. Universidad Ricardo Palma, Perú: 2014



ORELLANA, Mauricio, PEÑA, Edgar y PEREZ, Blanca. (2015). Propuesta de diseño y proceso constructivo de lechada asfáltica en el mantenimiento de obras viales en el Salvador. Universidad de El Salvador, San Salvador: 2015.

Neyra V. (2016). En la tesis Mejoramiento y rehabilitación de infraestructura vial urbana en el barrio nuevo san miguel de la ciudad de Ilave - provincia del Collao – Puno (tesis pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

ESTRADA, Víctor. (2017). Estudio y análisis de desempeño de mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 Plus y mezcla asfáltica modificada con polímero tipo SBGPG 70-28. Universidad Andina del Cusco, Perú: 2017.

HERNÁNDEZ, Roberto. (2015). Metodología de la investigación. México: Mc GrawHill, 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0.

VARGAS JIMENEZ. (2017). La geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles. Universidad Autónoma de Yucatán, México: 2017.

ESTEBAN JAVIER, A. (2017). “Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto “WHITETOPPING” – calle Moquegua, Omate– Moquegua, (2017). Lima, Tesis de pregrado. Universidad Cesar Vallejo. Disponible y Acceso: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/22742>.

BEKAERT, León. (2015). “Malla para base de pavimentación”, Italia: archiproducts,(2015).Disponible:[https://www.archiproducts.com/es/productos/leonbekaert/malla-para-base-de-pavimentacion-mesh-track\\_1479](https://www.archiproducts.com/es/productos/leonbekaert/malla-para-base-de-pavimentacion-mesh-track_1479).

CARRASCO, Sergio, (2015). Metodología de la investigación científica. 2.a ed. Editorial San Marcos: Lima-Perú.

CONDORI, Ruth, (2018). Carreteras en provincias carecen de mantenimiento y pueden causar accidentes. La República. 2018, Disponible: <https://larepublica.pe/sociedad/1230895-carreteras-en-provincias-carecen-de-mantenimiento-y-pueden-causar-accidentes>.

SALAZAR, Jorge. (2017). Resistencia de materiales básica para estudiantes de ingeniería. Manizales: Universidad nacional de Colombia sede Manizales, 2007.I.S.B.N 978-958-8280-08-0.

REYES, Oscar y RINCON, Jhon. (2013). Influencia de las características del relleno mineral en la resistencia de una mezcla asfáltica. Medellín: Escuela de ingeniería de Antioquia, 2013.

RODRIGUEZ MORENO, THENOUX ZEBALLOS y GONZALES VACCAREZZA. (2016). Evaluación probabilística del agrietamiento de pavimentos asfálticos en carreteras de Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile: 2016.

ALBORNOZ, Yuceli. (2015). Viscosidad Saybolt Furol. Venezuela Universidad de los Andes, 2015.

ASTM. (2018). "Pavement Testing, Evaluation, and Management Methods."

Ospina, J.P. (2019). Diseño estructural del pavimento rígido de las vías urbanas en el Municipio de Espinal-departamento del Tolima (tesis pregrado). Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué.

DÍAZ, Juan. (2015). Evaluación de la metodología PCI como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles. Universidad Militar Nueva Granada, Colombia: 2015.

Castro, M.G., Castro, LA., y Castro. (2020). Aplicación práctica del método AASHTO-93 para el diseño de pavimento rígido. Polo del Conocimiento.

Chávez, R.S. (2018). Diseño del pavimento flexible para la Av. Morales Suárez, de la vía expresa línea amarilla en la ciudad de Lima. Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, Perú.

JIMÉNEZ, Mónica, SIBAJA, Denia y MOLIINA, Doris. (2016). Sello de lechada asfáltica "Slurry Seal" en Costa Rica, conceptos, ensayos y especificaciones. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Costa Rica: 2016.

ZARATE, DAVID y PELAEZ, JUAN. (2020). sistema bitufor como medida sustentable en el pavimento en tramos de fuerte pendiente del acceso al centro turístico río bar-simbal.

PARDO, Marcos y CANATA, María. (2015). Malla metálica para la reflexión de grietas en recapeos asfálticos. Universidad de Concepción, Chile: 2015.

URIBE, Rodrigo. (2015). Lechada asfáltica y micro aglomerado en frío. Santiago de Chile: Ministerio de obras públicas, 2015.

TUESTA, CARLOS. (2020). Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020.

VELMOVSKÁ, K. (Physics mistakes in movies or the possibility of developing critical thinking in physics education. Journal of Science Education, 2014,

CALLE, ROBERTH Y DIAZ ZULUETA. (2020). Evaluación superficial del pavimento flexible de la calle el Carmen intersección Av. Pacífico y Av. Nacionalismo, Urb. Las Brisas del Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

VALLEJOS, JENNER Y VAZQUES, JOSÉ. (2020). Uso del sistema bitufor en la reducción de las patologías del pavimento flexible de las avenidas Junín y Miguel Grau. Castilla – Piura. 2020.

MARTÍNEZ, Margarita. (2015). Mechanistic-empirical pavement design guide: features and distinctive elements. Journal of Construction.

PARRA, William. (2018). Ampliación, Rectificación y Pavimentación de la vía Anorí – el limón, municipio de Anorí Antioquia. Medellín: Universidad cooperativa de Colombia, 2018.

ESCOBAR, Luis y HUINCHO, Luis (2017). Diseño de pavimento flexible bajo influencia de parámetros de diseño de vida al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, 2017

DÍAZ, Diego y RODRÍGUEZ, Jeison (2019). Diseño de pavimento flexible de la carretera 13 entre calle 37 y 40 del barrio Gaitán, Ibagué – Tolima. Universidad cooperativa de Colombia, 2019

## ANEXOS

### ANEXO 1:

### TABLA N° 23 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Sistema Bitufor para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible Villa María del Triunfo, 2022							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	VARIABLE DE OPERACIONALIZACIÓN		Instrumento	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Dimensiones	Indicadores		
¿De qué manera el sistema bitufor reducirá la reflexión y prolongará la vida útil de un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022?	: Analizar si la aplicación del sistema bitufor reduce la reflexión de un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022	el sistema bitufor reduce la reflexión y prolonga la vida útil de un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022	SISTEMA BITUFOR	el estudio del tránsito vehicular	IMDA, ESAL	fichas de registro	<b>DISEÑO DE INVESTIGACION</b> Experimental
				diseño del pavimento	DIMENSIONES DE LAS CAPAS QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA	ensayos de laboratorio	
				el presupuesto	el costo del pavimento flexible con sistema bitufor el costo del pavimento flexible con sistema bitufor	EXCEL	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específica	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores		
¿Cómo el sistema bitufor reducirá la reflexión en grietas en un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022?	Determinar si el sistema bitufor disminuye la reflexión en grietas en un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022	El sistema bitufor disminuye la reflexión en grietas en un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022	Reducir la reflexión de grietas	Evaluación /Diseño del pavimento con refuerzo (SISTEMA BITUFOR)	Método AASHTO	Fichas técnicas/ Excel	<b>TIPO DE INVESTIGACION</b> Aplicada
¿Con la implementación del sistema bitufor se prolongará la vida útil de un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022?,	Analizar si la implementación del sistema bitufor prolonga la vida útil de un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022.	La implementación del sistema bitufor prolonga la vida útil de un pavimento flexible villa María del Triunfo, 2022					<b>NIVEL DE INVESTIGACION</b> Explicativo
¿El uso del sistema bitufor en el proceso constructivo generará un impacto positivo en el medio ambiente?	Determinar si el sistema bitufor en el proceso constructivo genera un impacto positivo en el medio ambiente.	El uso del sistema bitufor en el proceso constructivo genera un impacto positivo en el medio ambiente	Prolongar la vida útil	los estudios acelerados de vida útil	el informe final y el mantenimiento preventivo	Fichas técnicas	<b>INSTRUMENTO</b> Normas técnicas, equipo de laboratorio y fichas recolectoras para datos <b>TECNICA</b> Recolección de datos a través de la observación <b>POBLACION</b> La población de esta investigación es el Jr. Jorge Chávez en San Gabriel-VMT. <b>MUESTRA</b> jirón jorge Chávez que se tomara desde la calle Manco inca hasta la Av. José Carlos Mariátegui <b>MUESTREO</b> No probabilístico

Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 2:**

**TABLA N° 24 MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>SISTEMA BITUFOR</b>	De acuerdo con PRODAC, MESH TRACK nos dice que este elemento se encuentra conformado de celdas de acero que presentan una forma hexagonal, y se encuentra se encuentra reforzada con bandas de acero que estas torsionadas las cuales se encuentran unidas a la malla con el objetivo que este tenga un mejor agarre y al mismo tiempo pueda distribuir homogéneamente todas las cargas (2012, p.4).	El sistema bitufor nos brinda dos componentes los cuales son, la malla de acero que se compone de celdas hexagonales y la segunda la cual es la lechada asfáltica o slurry seal o lechada asfáltica la cual se encarga de cubrir toda la malla de acero.	el estudio del tránsito vehicular	IMDA	RAZON
				ESAL	RAZON
			el presupuesto	COSTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE TRADICIONAL	RAZON
				COSTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON SISTEMA BITUFOR	RAZON
			diseño del pavimento	LAS CAPAS QUE VAN A CONFORMAR ESTA ESTRUCTURA	RAZON

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3:

**TABLA N° 25 MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLE DEPENDIENTES**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
<b>Prolongar la vida útil</b>	De acuerdo con Marisol Mazecos, El método de prolongación de vida útil yace en el buen mantenimiento que le dan a los productos o instrumentos, ya bien sea en darle mantenimiento o darle instrumentos que mejoren su estructura (2010, p.2).	Con respecto a la variable prolongar la vida util, se analizará las dimensiones que son el desgaste y los estudios acelerados de vida util para poder proveer su desempeño y como se podra perdurar este sistema.	el desgaste	tipo de falla, severidad de la falla	ORDINAL
			los estudios acelerados de vida útil	trabajos de campo, el informe final y el mantenimiento preventivo	
<b>Reducir la reflexión de grietas</b>	Según Marcos Pardo, Usualmente para poder recuperar un pavimento agrietado o fisurado, se aplica una capa de mezcla asfáltica, pero esto no genera una solución duradera ya que los esfuerzos de corte siguen actuando y propagándose a la superficie (2018, p 2)	Según Carlos Serrano el reducir la reflexión de grietas, implica el uso de diversas técnicas para su preservación de este, una de esas es el uso de la malla de fibra de vidrio (MACGRID AR), la cual ayuda significativamente con la migración del material y garantiza una perfecta permeabilidad, otro es el del refuerzo de acero (ROAD MESH), este nos ayuda limitando las deformaciones del pavimento ya que el acero es el material más rígido considerando los diversos materiales de refuerzo (2015, p.3)	evaluación inicial	índice de fallas	ORDINAL
			evaluación detallada	estado de la estructura	

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 22 Resultado turnitin

feedback studio | JORGE AARON QUISPE SANTAMARIA | TESIS TURNITIN.pdf



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

"Sistema Bitufor para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible Villa María del Triunfo, 2022"

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Autor**  
Quispe Santamaria Jorge Aaron  
(<https://Orcid.org/0000-0002-3838-7832>)

**Asesor**  
Dr. Cancho Zuñiga Gerardo Enrique  
(<https://Orcid.org/000-0002-0684-5114>)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**Resumen de coincidencias**

**19 %**


Coincidencia 1 de 79  
Se están viendo fuentes estándar

EN Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe	12 %
Fuente de Internet		
2	Entregado a Universida...	2 %
Trabajo del estudiante		
3	hdl.handle.net	1 %
Fuente de Internet		
4	repositorio.utea.edu.pe	<1 %
Fuente de Internet		
5	Entregado a Universida...	<1 %
Trabajo del estudiante		
6	docplayer.es	<1 %
Fuente de Internet		
7	repositorio.uprit.edu.pe	<1 %
Fuente de Internet		
8	repositorio.urp.edu.pe	<1 %
Fuente de Internet		

Fuente: TURNITIN

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-03
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1-3

**INFORME N°** : JCH 22-068  
**SOLICITANTE** : JORGE AARON GUISPE SANTAMARIA  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : "SISTEMA BITUFOR PARA REDUCIR REFLEXION DE GRIETAS Y PROLONGAR VIDA UTIL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, 2022"  
**UBICACIÓN** : VILLA MARIA DEL TRIUNFO

**Datos de la Muestra:**

**Cantera** : -  
**Calicata** : C-1  
**Muestra** : M-1  
**Prof. (m)** : 0.00 - 1.50  
**Progresiva** : -  
**Coordenadas** : -

**Fecha de Recepción** : 21/04/2022  
**Fecha de Ejecución** : 21/04/2022  
**Fecha de Emisión** : 02/05/2022

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107**

Peso Global (seco) (g) 1949,5

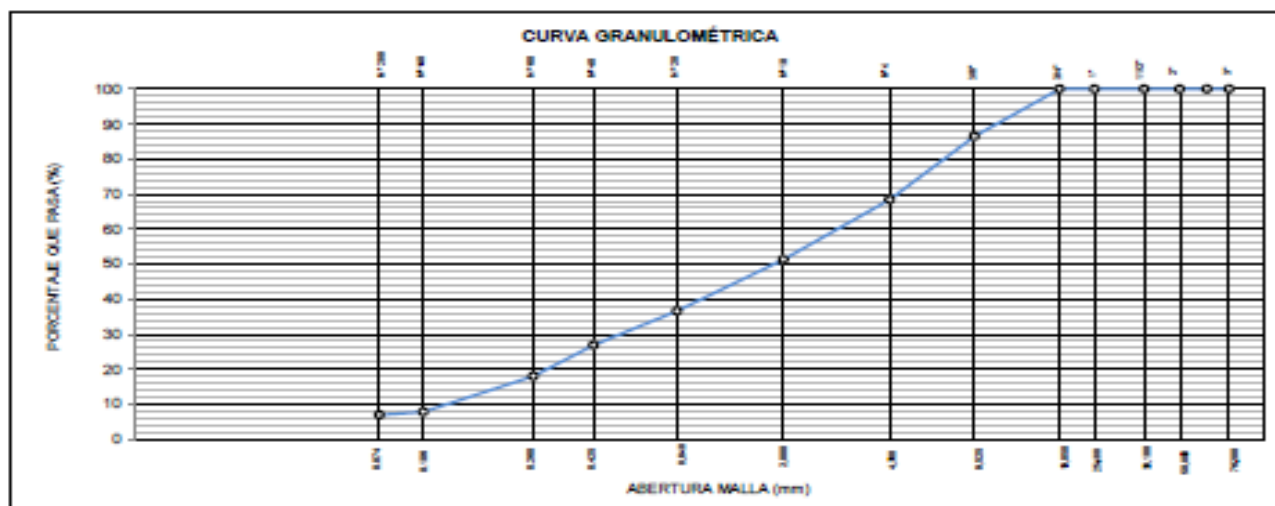
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75,20	-	-	100,0
2"	50,80	-	-	100,0
1 1/2"	38,10	-	-	100,0
1"	25,40	-	-	100,0
3/4"	19,05	-	-	100,0
3/8"	9,525	263,0	13,5	86,5
N° 4	4,750	351,9	18,1	68,4
N° 10	2,000	333,7	17,1	51,3
N° 20	0,840	286,7	14,7	36,6
N° 40	0,425	189,6	9,7	26,9
N° 60	0,250	174,4	8,9	18,0
N° 140	0,105	199,7	10,2	7,8
N° 200	0,074	18,3	0,9	6,9
-200		135,4	6,9	0,0

% Grava [N° 4 < f < 3"]	31,6
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	61,5
% Finos [ < N° 200]	6,9

<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

<b>Contenido de Humedad ASTM D-2216-05</b>	
Humedad (%)	3,7

<b>CLASIFICACIÓN</b>	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	SP-SM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-1-B(0)
Descripción de la muestra:	ARENA POBREMENTE GRADADA CON LIMO




**Observación :** El uso de esta información es exclusiva del solicitante  
**Realizado por** Tec. J.CH


- Equipos Usados**
- Bal-TAJ4001-N°1
  - Hor-01-jch
  - Equipo de Casagrande ELE
  - Bal-SE402F-N°2

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667



 <b>LABORATORIO GEOTÉCNICO</b>	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216, MTC E 108**

**INFORME N°** : JCH 22-056  
**SOLICITANTE** : JORGE AARON QUISPE SANTAMARIA  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : "SISTEMA BITUFOR PARA REDUCIR REFLEXION DE GRIETAS Y PROLONGAR VIDA UTIL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, 2022"  
**UBICACIÓN** : VILLA MARIA DEL TRIUNFO

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 21/04/22
Calicata	: C-1	Fecha de Ejecución	: 21/04/22
Muestra	: M-1	Fecha de Emisión	: 02/05/22
Prof. (m)	: 0.00 - 1.50		
Progresiva	: -		
Coordenadas	: -		

Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	608,0	685,0
Peso de suelo seco + tara g	588,7	663,6
Peso de tara g	80,9	70,5
Peso de agua g	19,3	21,4
Peso de suelo seco g	507,8	593,1
Contenido de agua %	3,8	3,6
Contenido de Humedad (%)	3,7	


**Observacion :** El uso de esta información es exclusiva del solicitante  
**Realizado por** Tec. J.CH

**Equipos Usados**  
 Bal-TAJ4001-N°1  
 Hor-01-jch

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

 <b>LAB SUELOS JCH S.A.C.</b> <b>LABORATORIO GEOTECNICO</b>	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-04
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 1 Fecha : - Página : 3-3

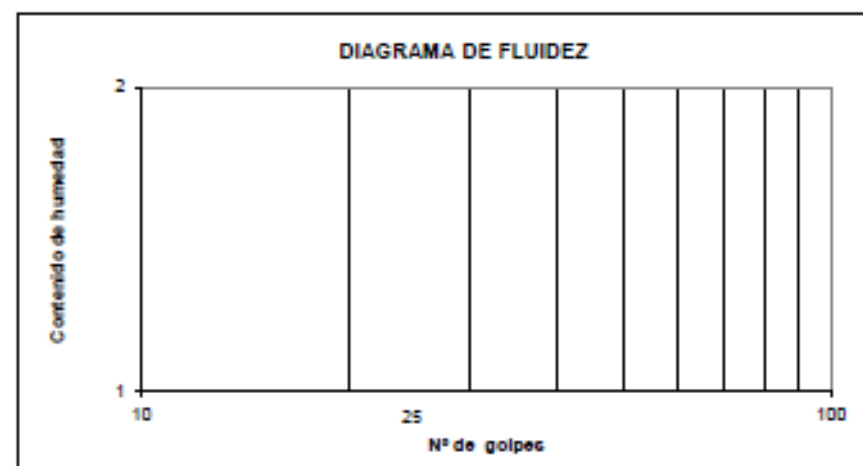
**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

**INFORME N°** : JCH 22-056  
**SOLICITANTE** : JORGE AARON QUISPE SANTAMARIA  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : "SISTEMA BITUFOR PARA REDUCIR REFLEXION DE GRIETAS Y PROLONGAR VIDA UTIL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, 2022"  
**UBICACIÓN** : VILLA MARIA DEL TRIUNFO

**Datos de la Muestra**

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 21/04/22
Calicata	: C-1	Fecha de Ejecución	: 21/04/22
Muestra	: M-1	Fecha de Emisión	: 02/05/22
Prof. (m)	: 0.00 - 1.50		
Progresiva	: -		
Coordenadas	: -		

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
NÚMERO DE GOLPES		
PESO DE LA LATA (gr)		
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)		
PESO LATA + SUELO SECO (g)		
PESO AGUA (g)		
PESO SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40


Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante  
Realizado por Tec. J.CH

- Equipos Usados**
- Bal-SE402F-N°2
  - Hor-01-jch
  - Vidrio esmerilado
  - Equipo de Casagrande ELE

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-18
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

**PRÓCTOR MODIFICADO**  
NTP 388.141 / ASTM D-1667

Nº INFORME : JCH 22-068 Fecha de Recepción : 21/04/22  
 SOLICITANTE : JORGE AARON GUIESPE SANTAMARIA Fecha de Ejecución : 22/04/22  
 ENTIDAD : -  
 PROYECTO : SISTEMA BITUFOR PARA REDUCIR REFLEXIÓN DE GRIETAS Y PROLONGAR VIDA ÚTIL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE - VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, 2022

UBICACIÓN : VILLA MARÍA DEL TRIUNFO

FECHA : ABRIL-2022

Caloata : C-1 Cota : - Clasificación SUCS : SP-SM  
 Muestra : M-1 Via : - Clasificación AASHTO : A-1-b(0)  
 Prof.(m) : 0.00-1.60 Coordenadas : -

Peso específico : -  
 Método : B

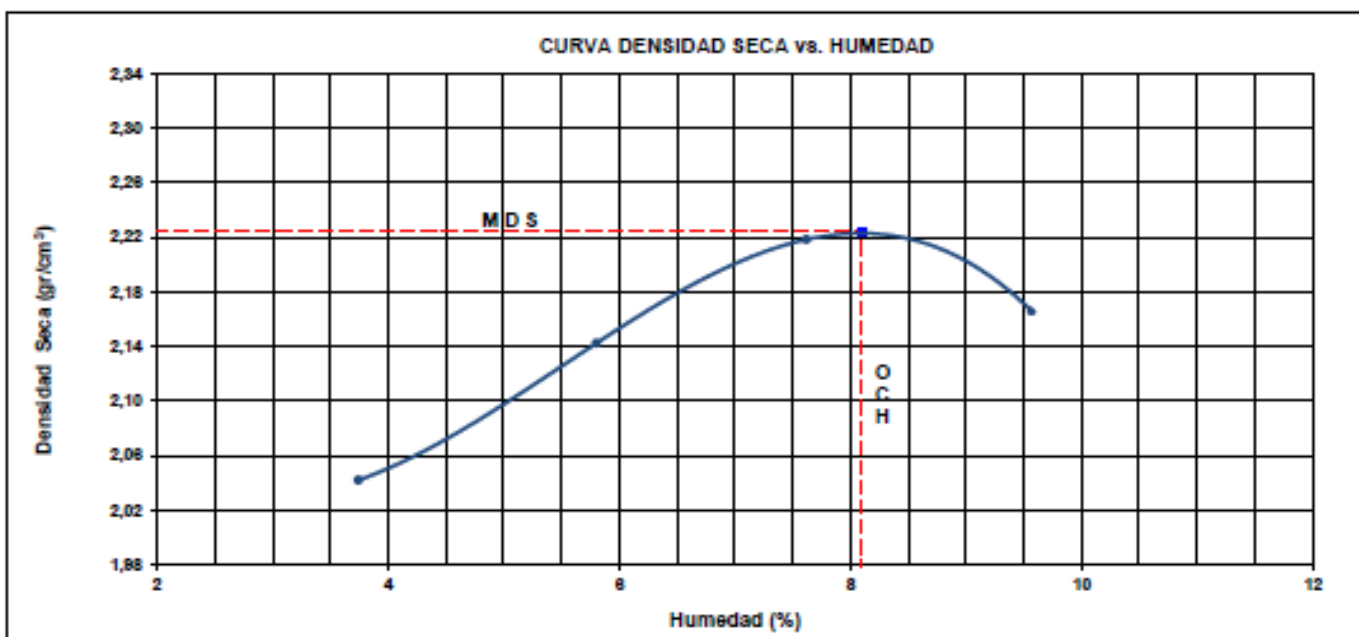
**COMPACTACIÓN**

Prueba Nº	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	8268	8398	8618	8602
Peso del Molde (gr)	4181	4181	4181	4181
Peso suelo compacto (gr)	2072	2217	2335	2321
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	978,0	978,0	978,0	978,0
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,119	2,267	2,388	2,373
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,042	2,143	2,218	2,166

**HUMEDAD**

Tara Nº	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	462,8	683,3	688,8	862,1
Tara + suelo seco (gr)	438,2	636,0	662,0	800,0
Peso del agua (gr)	14,4	28,3	37,9	52,1
Peso de tara (gr)	68,8	47,4	64,7	66,8
Peso suelo seco (gr)	384,6	487,6	497,3	544,4
Contenido de humedad(%)	3,7	5,8	7,6	9,6

Maxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2,224 (gr/cm<sup>3</sup>)  
 Optimo Contenido Humedad(%) : 8,1 (%)



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados
Bal-R31P30-Nº3
Bal-TAJ4001-Nº1
Hor-D1-JCH
Maq. Ensayo 50Kn

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

Nº INFORME : JCH 22-068  
SOLICITANTE : JORGE AARON QUIISPE SANTAMARIA  
ENTIDAD : -  
PROYECTO : 818 TEMA BITUFOR PARA REDUCIR REFLEXIÓN DE GRIETAS Y PROLONGAR VIDA ÚTIL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE - VILLA MARIA DEL TRIUNFO, 2022

Fecha de Recepción : 21/04/22  
Fecha de Ejecución : 22/04/22

UBICACIÓN : VILLA MARIA DEL TRIUNFO  
FECHA : ABRIL-2022

Calleata : C-1  
Muestra : M-1  
Prof.(m) : 0.00-1.60

Cofa : -  
Via : -  
Coordenadas : -

Clasificación SUCS : SP-3M  
Clasificación AASHTO : A-1-b(0)

MDs (gr/cm3) : 2,224  
OCH (%) : 8,1

**COMPACTACIÓN**

Nº molde	I		II		III	
	68		26		10	
Nº de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12818	12878	12852	12868	12800	12782
Peso del Molde (gr)	7766	7766	7796	7796	7741	7741
Peso suelo compacto (gr)	5150	5210	5056	5172	4859	5021
Volumen del suelo (cm3)	2143	2143	2144	2144	2140	2140
Densidad Humeda (gr/cm3)	2,404	2,432	2,359	2,413	2,271	2,346
Densidad seca (gr/cm3)	2,224	2,237	2,180	2,209	2,103	2,142

**HUMEDAD**

Tara Nº	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	623,3	697,8	800,7	690,6	693,1	614,7
Tara + suelo seco (gr)	682,4	666,3	668,8	647,3	690,6	688,9
Peso del agua (gr)	40,9	42,5	41,1	43,2	42,6	47,8
Peso de tara (gr)	77,6	86,8	68,3	80,1	68,4	88,3
Peso suelo seco (gr)	504,9	489,4	501,3	467,2	534,1	500,6
Contenido de humedad(%)	8,1	8,7	8,2	9,2	8,0	9,5

**EXPANSIÓN**

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
22/04/2022	0	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
23/04/2022	24	8:07:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
24/04/2022	48	8:05:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
26/04/2022	72	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
28/04/2022	96	8:04:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE CARGA Lb/pulg2	I		MOLDE CARGA Lb/pulg2	II		MOLDE CARGA Lb/pulg2	III	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0,000		0			0			0		
0,025		87,5			61,3			35,0		
0,050		169,5			118,6			67,8		
0,075		261,2			182,8			104,5		
0,100	1000	351,5	468,6	46,8	246,0	320,8	32,1	140,6	183,4	18,3
0,125		452,9			317,0			181,2		
0,150		569,6			398,7			227,8		
0,175		694,6			486,2			277,9		
0,200	1500	825,2	920,0	61,3	577,7	640,0	42,7	330,1	376,0	26,0
0,300		1222,6			855,8			489,0		
0,400		1581,0			1106,7			632,4		
0,500		1900,5			1330,4			760,2		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.  
Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por

Equipo usados  
Bal-R31P30-Nº3  
Bal-TAJ4001-Nº1  
Hor-01-JCH  
Maq. Ensayo 50Kn

  
**Jean Chavez R**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

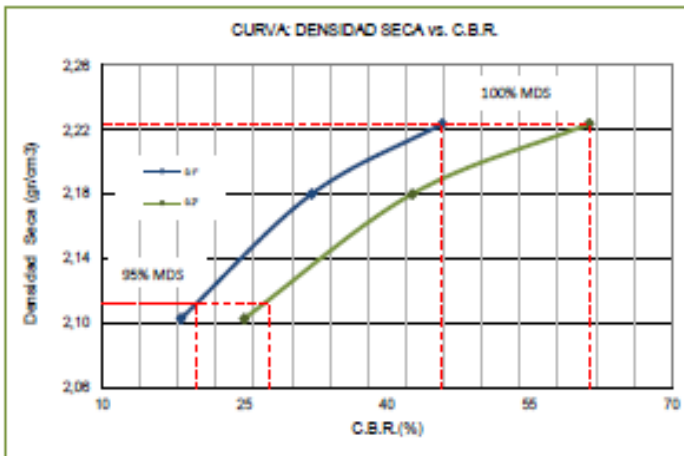
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
 NTP 339.145 / ASTM D-1883

Nº INFORME : JCH 22-068  
 SOLICITANTE : JORGE AARON QUISPE SANTAMARIA  
 ENTIDAD : -  
 PROYECTO : SISTEMA BITUFOR PARA REDUCIR REFLEXIÓN DE GRIETAS Y PROLONGAR VIDA ÚTIL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE - VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, 2022  
 UBICACIÓN : VILLA MARÍA DEL TRIUNFO  
 FECHA : ABRIL-2022  
 Fecha de Recepción : 21/04/22  
 Fecha de Ejecución : 22/04/22

Calotea : C-1  
 Muestra : M-1  
 Prof.(m) : 0.00-1.50  
 Cota : -  
 Via : -  
 Clasificación SUCS : SP-SM  
 Clasificación AASHTO : A-1-b(0)

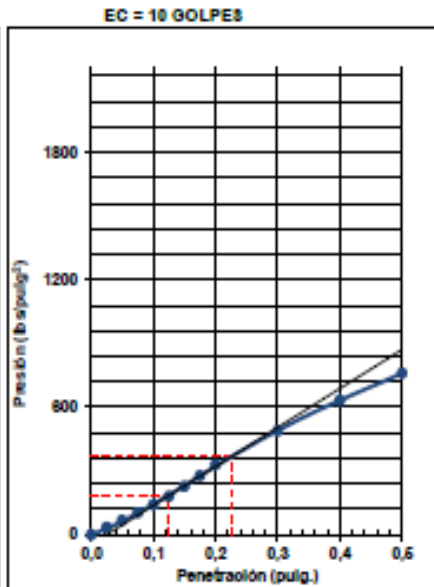
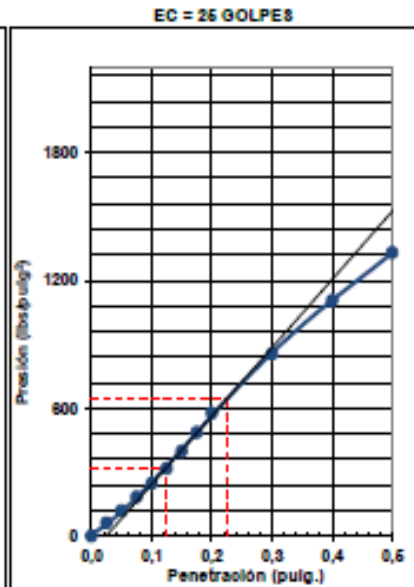
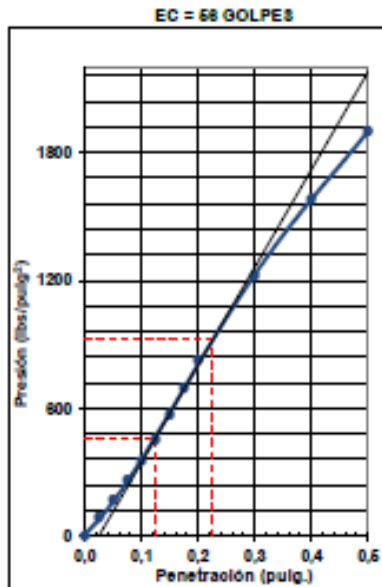
Coordenadas : -



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2,224  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8,1  
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2,113

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	45,8	0.2"	81,3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	20,0	0.2"	27,8


RESULTADOS:  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 45,8  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 20,0  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 81,3  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 27,8



*Jean Chavez R*  
 Jean Chavez R  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193687

	<b>FORMATO</b>	<b>Código</b>	Q1-Q2-Q3
	<b>ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS, ROCAS Y AGUA</b>	<b>Revisión</b>	1
		<b>Fecha</b>	-
		<b>Página</b>	1 de 1

**Informe** : JCH 22-056  
**Solicitante** : JORGE AARON QUISPE SANTAMARIA  
**Proyecto** : "SISTEMA BITUFOR PARA REDUCIR REFLEXION DE GRIETAS Y PROLONGAR VIDA UTIL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, 2022"  
**Ubicación** : VILLA MARIA DEL TRIUNFO  
**Fecha** : ABRIL DEL 2022

<b>Datos de la muestra</b>		
Calicata	: C-1	<b>Fecha de Recepción</b> : 21/04/2022
Muestra	: M-1	<b>Fecha de Ejecución</b> : 24/04/2022
Profundidad (mts)	: 0.00 - 1.50	
Cantera	: -	

<b>SALES SOLUBLES TOTALES</b>	12039 p.p.m.
NORMA BS 1377-Part. 3 - NTP 339.152	1,204 %

<b>SULFATOS SOLUBLES</b>	6041 p.p.m.
NORMA AASHTO T290 - NTP 339.178	0,604 %

<b>CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES</b>	870 p.p.m.
NORMA AASHTO T291 - NTP 339.177	0,087 %

<b>Ph</b>	7,44 ph
	21,90 %

Ejecutado Por : D.Crespo


**OBSERVACIONES:**


- \* Según procedimiento de ensayo se fraccionó el suelo por el tamiz N°10
- \* -
- \* -

Equipos Usados
Bal-T4J4001-N°1
Bal-FX224/E-N°4
Hor-01-JCH
Ph-01-JCH
DH-WF21.P03 (Mufa)

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	---
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	1
		Fecha	---
		Página	1 de 1

**SOLICITANTE** JORGE AARON QUISPE SANTAMARIA  
**PROYECTO** Tesis "Sistema Bitufor para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible Villa María del Triunfo, 2021"

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Cant. Dorita - Piedra chancada 1/2"		Cant. Dorita - Arena chancada								RESULTADO DE MEZCLA	
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3"	76,200												
2 1/2"	63,500												
2"	50,800												
1 1/2"	38,100												
1"	25,400												
3/4"	19,050		100,0										100,0
1/2"	12,700	27,9	72,1									8,6	91,4
3/8"	9,525	24,0	48,1		100,0							7,5	83,9
1/4"	6,350	35,1	13,1	4,5	95,5							13,9	70,0
N° 4	4,760	11,0	2,1	8,5	87,0							9,3	60,7
N° 6	3,360	1,0	1,0	11,2	75,7							8,2	52,5
N° 8	2,380	1,0	0,0	7,5	68,2							5,4	47,1
N° 10	2,000			10,7	57,5							7,4	39,7
N° 16	1,190			8,7	48,8							6,0	33,7
N° 20	0,840			8,6	40,2							6,0	27,7
N° 30	0,590			7,2	33,0							4,9	22,8
N° 40	0,426			6,0	27,0							4,2	18,6
N° 50	0,297			3,6	23,4							2,5	16,1
N° 80	0,177			8,8	14,6							6,0	10,1
N° 100	0,149			1,7	13,0							1,1	9,0
N° 200	0,074			2,7	10,2							2,0	7,0
-200	-			10,2	-							7,0	-

OBSERVACIONES :

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
**N° INFORME JCH 22-062**

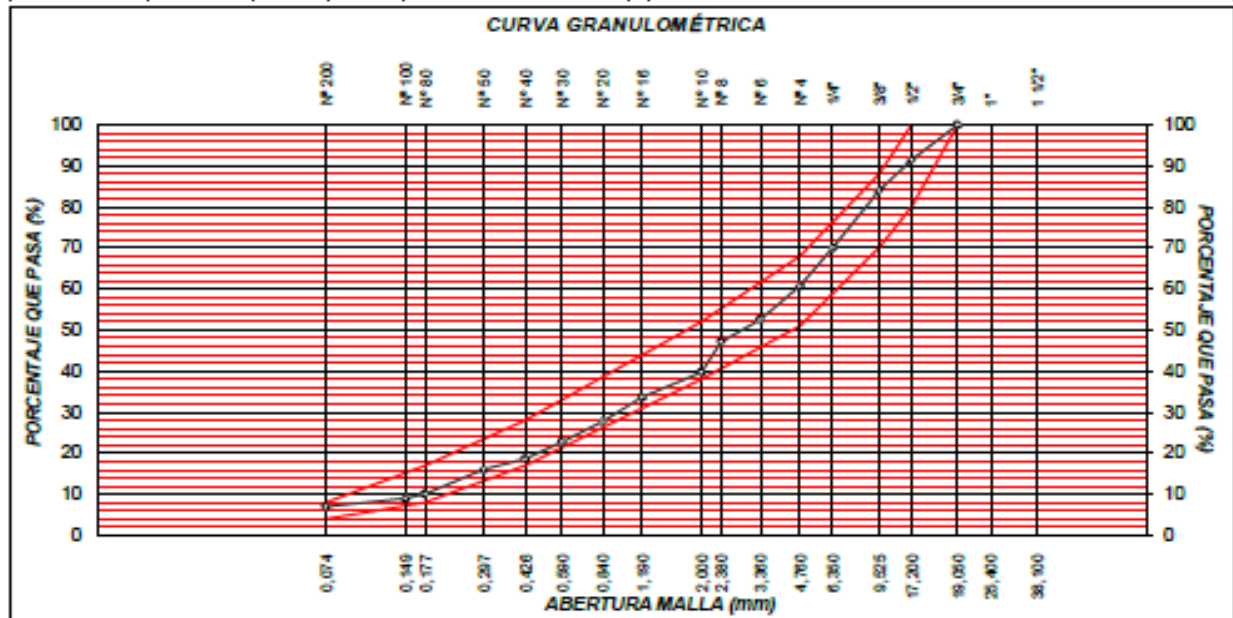
<b>SOLICITANTE</b>	: JORGE AARON GUISEP SANTAMARIA	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Tesis "Sistema Bitufo para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible Villa María del Triunfo, 2021"	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 2022/04/17	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 2022/04/19 al 2022/05/24.

**MEZCLA DE AGREGADOS**

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA RESULTANTE				RESUMEN DE ENSAYO	
	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	MAC-2	
1 1/2"	38,100					
1"	25,400					
3/4"	19,050		100,0		100	
1/2"	12,700	8,6	91,4	80	-	100
3/8"	9,525	7,5	83,9	70	-	88
1/4"	6,350	13,9	70,0			
N° 4	4,750	9,3	60,7	51	-	68
N° 6	3,350	8,2	52,5			
N° 8	2,380	5,4	47,1			
N° 10	2,000	7,4	39,7	38	-	52
N° 16	1,190	6,0	33,7			
N° 20	0,840	6,0	27,7			
N° 30	0,590	4,9	22,8			
N° 40	0,425	4,2	18,6	17	-	28
N° 50	0,297	2,5	16,1			
N° 60	0,177	6,0	10,1	8	-	17
N° 100	0,149	1,1	9,0			
N° 200	0,074	2,0	7,0	4	-	8
- N° 200		7,0	-			

RESUMEN DE ENSAYO	
<b>PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS</b>	
(1) Cant. Drita - Piedra chancada 1/2"	- 31%
(2) Cant. Drita - Arena chancada	- 69%
<b>PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE</b>	
- AGREGADO GRUESO	- 39%
- AGREGADO FINO	- 61%
<b>OBSERVACIONES :</b>	
- Especificaciones del MTC EG-2013	




**Observaciones:**  
 - Muestra proporcionada e identificada por nuestro Laboratorio.

*J. Chavez R.*  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667



	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	1 de 5

## LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

### N° INFORME JCH 22-056

<b>SOLICITANTE</b>	: JORGE AARON QUISPE SANTAMARIA	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Tesis "Sistema Bitufor para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible Villa María del Triunfo, 2021"	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: La que se indica.
		<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg. 01 gl.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 2022/04/25.	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 2022/05/01 al 2022/05/06.

#### ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

	N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1	% DE C.A. EN PISO DE LA MEZCLA TOTAL	4,5			5,0		
2	% DE AGRGADO GRUESO (> N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	28,65			28,50		
3	% DE AGRGADO FINO (< N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	66,85			66,50		
4	% DE TEREPALATO DE POLIETILENO EN PISO DE LA MEZCLA	--			--		
5	PISO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			1,010		
6	PISO ESPECÍFICO DEL AGRGADO GRUESO-BULK (MENOR 1°)	2,738			2,738		
7	PISO ESPECÍFICO DEL AGRGADO FINO - BULK	2,718			2,718		
8		--			--		
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	62,7	66,1	64,0	64,0	62,8	63,5
10	PISO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.204,4	1.222,3	1.216,4	1.212,7	1.218,2	1.216,5
11	PISO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SBCO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.210,1	1.226,2	1.220,7	1.220,0	1.219,0	1.223,0
12	PISO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	722,5	713,1	718,0	722,0	723,0	724,0
13	PISO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETAS (gr.) (B-C)	487,6	513,1	502,7	498,0	496,0	499,0
14	PISO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	5,7	3,9	4,3	7,3	5,8	6,5
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	1,17	0,76	0,86	1,47	1,17	1,30
16	DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2463	2375	2412	2428	2439	2431
17	PISO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,470	2,382	2,420	2,435	2,446	2,438
18	PISO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,695			2,672		
19	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	8,4	11,6	10,2	8,9	8,5	8,8
20	PISO ESPECÍFICO BULK DEL AGRGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724			2,724		
21	V.M.A. (%)	13,4	16,5	15,2	15,1	14,7	15,0
22	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	37,7	29,6	32,8	41,3	42,4	41,6
23	PISO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGRGADO TOTAL	2,925			2,925		
24	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGRGADO TOTAL (%)	2,6			2,6		
25	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	2,1			2,6		
26	FLUJO (0,01 Pulgada)	12,0	10,0	11,0	15,0	16,0	15,0
27	ESTABILIDAD SIN CORRIGIR (kg)	880,0	930,0	900,0	1.080,0	930,0	1.000,0
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29	ESTABILIDAD CORRIGIDA (kg)	915,0	967,0	936,0	1.123,0	967,0	1.040,0

LMA (620)  
JCH  
O.S. N°203

  
**Jean Chavez R**  
 Tc. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 07 de Mayo del 2022.



  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

## LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

### N° INFORME JCH 22-056

<b>SOLICITANTE</b>	: JORGE AARON QUISPE SANTAMARIA	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Tesis "Sistema Bitufor para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible Villa María del Triunfo, 2021"	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: La que se indica.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 2022/04/25.	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 2022/05/01 al 2022/05/08.

### ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5,50			6,00		
2 % DE AGREGADO GRUBO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,35			28,20		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	66,15			65,80		
4 % DE TEREPHTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	--			--		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			1,010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUBO-BULK (MENOR 1")	2,738			2,738		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718			2,718		
8	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61,9	59,8	60,2	61,0	61,7	61,2
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.220,7	1.175,7	1.205,6	1.219,5	1.230,7	1.225,0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.223,5	1.178,2	1.208,0	1.220,7	1.232,5	1.226,2
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	735,7	703,1	725,0	740,5	746,9	743,0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETAS (gr.) (B-C)	487,8	475,1	483,0	480,2	485,6	483,2
14 PESO DE AGUA ABVIDA (gr.) (B-A)	2,8	2,5	2,4	1,2	1,8	1,2
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,57	0,53	0,50	0,25	0,37	0,25
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2495	2467	2489	2532	2527	2528
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,502	2,475	2,496	2,540	2,534	2,535
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 294	2,651			2,632		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	5,6	6,7	5,8	3,5	3,7	3,7
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724			2,724		
21 V.M.A.	13,2	14,2	13,4	12,4	12,5	12,5
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	57,6	53,2	56,4	71,7	70,3	70,6
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,928			2,933		
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2,6			2,6		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	3,1			3,5		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	16,0	16,0	16,0	17,0	17,0	18,0
27 ESTABILIDAD SIN CORRIGIR (kg)	1.250,0	1.077,0	1.180,0	1.350,0	1.420,0	1.450,0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORRIGIDA (kg)	1.300,0	1.120,0	1.227,0	1.404,0	1.477,0	1.508,0

LMA (720)

JCH

03.N203

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 07 de Mayo del 2022.

  
**JAVIER FRANCISCO**  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**

**N° INFORME JCH 22-056**

<b>SOLICITANTE</b>	: JORGE AARON QUISPE SANTAMARIA	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Tesis "Sistema Bitufor para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible Villa María del Triunfo, 2021"	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: La que se indica.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 2022/04/25.	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg. 01 gl.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 2022/05/01 al 2022/05/06.

**ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL**

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6,50					
2 % DE AGREGADO GRUBO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,05					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	65,45					
4 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	~					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASPÁLTICO - APARENTE	1,010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUBO-BULK (MENOR 1")	2,738					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718					
8	~					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61,4	62,0	61,8			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.227,4	1.281,7	1.281,0			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SBDO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.228,2	1.288,1	1.282,0			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	741,8	742,7	741,0			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETAS (gr.) (B-C)	486,4	490,4	491,0			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0,8	1,4	1,0			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,16	0,29	0,20			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2516	2504	2500			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,523	2,512	2,507			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,612					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	3,4	3,8	4,0			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724					
21 V.M.A.	13,4	13,8	13,9			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	74,7	72,2	71,2			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,936					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2,7					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	4,0					
26 FLUJO (0,01 Pulgada)	19,0	20,0	19,0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.250,0	1.125,0	1.300,0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.300,0	1.170,0	1.352,0			

LMA (B/20)  
JCH  
O.S. N°203


  
**Jean Chavez R**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 07 de Mayo del 2022.



  
**JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	4 de 5

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**

**Nº INFORME JCH 22-056**

<b>SOLICITANTE</b>	: JORGE AARON QUISPE SANTAMARIA	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Tesis "Sistema Bitufor para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible Villa María del Triunfo, 2021"	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: La que se indica.
		<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 2022/04/25.	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 2022/05/01 al 2022/05/05.

**MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL**

**Características de la Mezcla :**

- Nº de golpes por cara	:		75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5,9	6,1	6,3
- Peso Especifico bulk, g/cm <sup>3</sup>	:	2,529	2,540	2,530
- Vacíos, %	:	5,0	4,5	3,7
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	63,0	67,0	72,0
- V.M.A., %	:	13,3	13,4	13,7
- Estabilidad, lb (kN)	:	3120,0 (13,88)	3180,0 (14,15)	3050,0 (13,57)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	17,2 (4,3)	17,8 (4,5)	18,8 (4,7)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3212,1	
- Absorción de Asfalto, %	:		2,6	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150,0	

**Proporciones de mezcla :**

(1) Agregado grueso, % *	:	30,0
(2) Agregado fino, % *	:	70,0

**Materiales :**

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (30%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (70%)

**Nota :**

(\*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

**Observaciones :**

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. Nº 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2022/04/25.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (9/20)  
JCH  
O.S. N°203

Lima, 07 de Mayo del 2022.

  
**Jean Chavez R**  
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



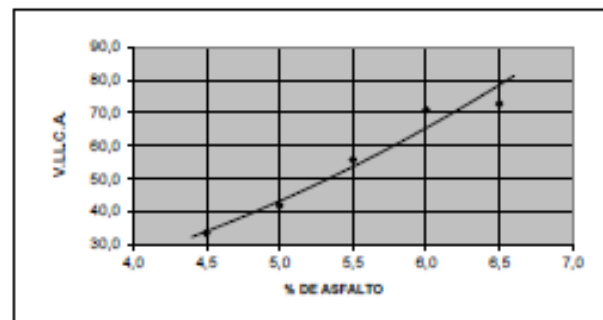
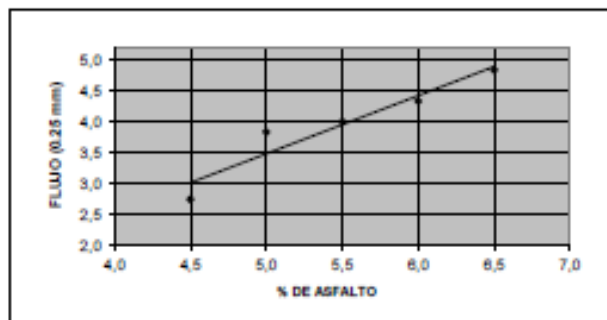
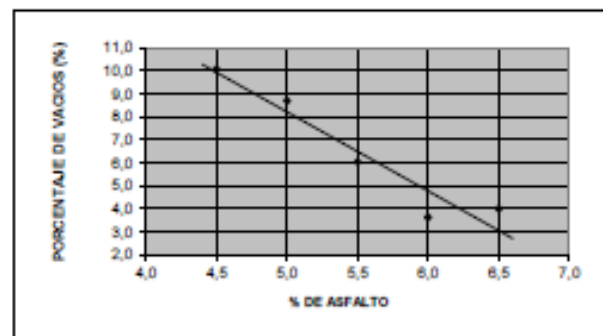
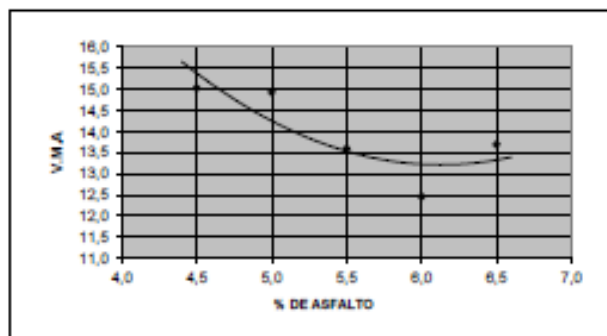
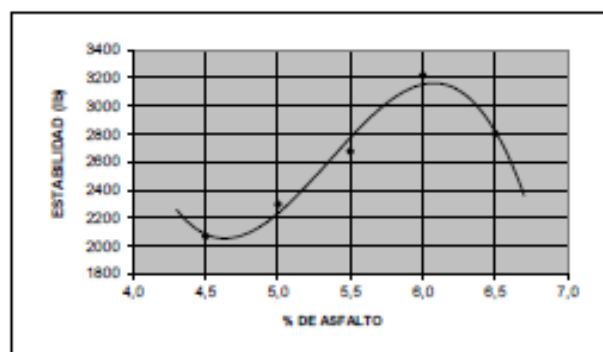
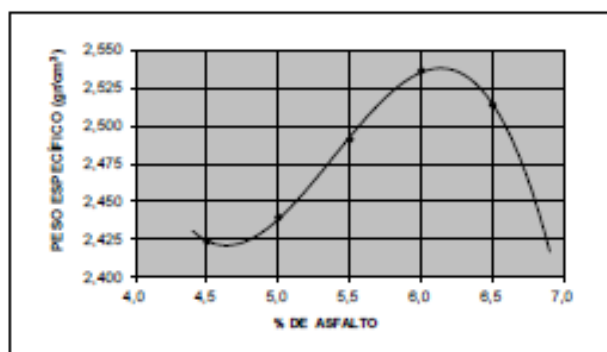
  
**JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**

**N° INFORME JCH 22-056**

<b>SOLICITANTE</b>	: <b>JORGE AARON QUISPE SANTAMARIA</b>	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Tesis "Sistema Bitufo para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible Villa María del Triunfo, 2021"	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: La que se indica.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 2022/04/25.	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 2022/05/01 al 2022/05/08.

**MTC E-504 (2000)                    RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL**




LMA (020)  
 JCH  
 O.S. N°20

*Jean Chavez R*  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 07 de Mayo del 2022.  
*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

 <b>LAB SUELOS JCH S.A.C.</b> <b>LABORATORIO GEOTÉCNICO</b>	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	<b>A-11</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	<b>1</b>
		Fecha	<b>-</b>
		Página	<b>1 de 5</b>

## LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

### N° INFORME JCH 22-056

**SOLICITANTE** : JORGE AARON QUISPE SANTAMARIA      **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.  
**PROYECTO** : Tesis "Sistema Bitufo para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible Villa María del Triunfo, 2021"  
**IDENTIFICACIÓN** : Con Geomalla Bitufo  
**CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.  
**PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2022/04/25.      **FECHA DE ENSAYO** : 2022/05/01 al 2022/05/06.

#### ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4,5			5,0		
2 % DE AGREGADO GRUBO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,65			28,50		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	66,85			66,50		
4 % DE TEREPHTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	--			--		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			1,010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUBO-BULK (MENOR 1°)	2,738			2,738		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718			2,718		
8	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	63,2	61,4	62,5	61,3	64,8	63,4
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.213,5	1.210,8	1.212,0	1.209,7	1.221,7	1.218,0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.218,5	1.216,2	1.218,4	1.213,9	1.230,3	1.225,0
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	725,0	728,0	721,0	725,3	731,0	728,0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	493,5	488,2	497,4	488,6	499,3	497,0
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	5,0	5,4	6,4	4,2	8,6	7,0
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	1,01	1,11	1,29	0,86	1,72	1,41
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/cm³)	2452	2473	2429	2468	2439	2443
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,459	2,480	2,437	2,476	2,447	2,451
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,695			2,675		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	8,8	8,0	9,6	7,4	8,5	8,4
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724			2,724		
21 V.M.A. (%)	13,8	13,0	14,6	13,7	14,7	14,5
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	36,5	38,7	34,3	45,7	42,0	42,2
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,925			2,929		
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2,6			2,6		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	2,1			2,5		
26 FLUJO (0,01 Pulgada)	13,0	14,0	14,0	16,0	15,0	16,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.000,0	950,0	1.100,0	1.240,0	1.281,0	1.310,0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.040,0	988,0	1.144,0	1.290,0	1.332,0	1.362,0


LMA (520)  
JCH  
O.S. N°203

Lima, 07 de Mayo del 2022.

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193867

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	2 de 5

## LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

### N° INFORME JCH 22-056

**SOLICITANTE** : JORGE AARON QUISPE SANTAMARIA      **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.  
**PROYECTO** : Tesis "Sistema Bitufor para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible"      **IDENTIFICACIÓN** : Con Geomalla Bitufor  
 Villa María del Triunfo, 2021"      **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2022/04/25.      **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.  
**FECHA DE ENSAYO** : 2022/05/01 al 2022/05/06.

#### ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

	N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		5,50			6,00	
2	% DE AGREGADO GRUBO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		28,35			28,20	
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		66,15			65,80	
4	% DE TERREPTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA		--			--	
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010			1,010	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUBO-BULK (MENOR 1")		2,738			2,738	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2,718			2,718	
8			--			--	
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	62,6	61,7	60,2	60,3	61,3	61,2
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.226,2	1.221,2	1.224,0	1.221,4	1.230,1	1.227,0
11	PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.230,2	1.225,0	1.228,2	1.222,2	1.230,8	1.228,0
12	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	740,3	737,3	739,0	745,3	746,2	747,0
13	PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETAS (gr.) (B-C)	489,9	487,7	489,2	476,9	484,6	481,0
14	PESO DE AGUA ABOVIDA (gr.) (B-A)	4,0	3,8	4,2	0,8	0,7	1,0
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,82	0,78	0,86	0,17	0,14	0,21
16	DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/cm³)	2495	2496	2495	2553	2531	2543
17	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,503	2,504	2,502	2,561	2,538	2,551
18	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2,655			2,632	
19	PORCENTAJE DE VACÍOS	5,7	5,7	5,8	2,7	3,6	3,1
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)		2,724			2,724	
21	V.M.A.	13,2	13,1	13,2	11,6	12,4	12,0
22	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	56,6	56,6	56,4	76,8	71,3	74,3
23	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,933			2,933	
24	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		2,6			2,6	
25	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO		3,0			3,5	
26	FLUJO (0.01 Pulgada)	17,0	16,0	18,0	18,0	17,0	18,0
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.343,0	1.425,0	1.350,0	1.455,0	1.525,0	1.452,0
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.397,0	1.482,0	1.404,0	1.513,0	1.586,0	1.510,0


LMA (7/20)  
JCH  
03.N203


  
**Jean Chavez R.**  
 Trc. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 07 de Mayo del 2022.



  
**JAVIER FRANCISCO**  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	3 de 5

## LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

### N° INFORME JCH 22-056

<b>SOLICITANTE</b>	: JORGE AARON QUISPE SANTAMARIA	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Tesis "Sistema Bitufor para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible Villa María del Triunfo, 2021"	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: Con Geomalla Bitufor
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 2022/04/25.	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 2022/05/01 al 2022/05/05.

### ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6,50					
2 % DE AGREGADO GRUBO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,05					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	65,45					
4 % DE TEREPHTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	--					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUBO-BULK (MENOR 1")	2,738					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718					
8	--					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61,0	61,5	61,3			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.228,2	1.285,5	1.280,0			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SBDO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.229,8	1.286,2	1.281,2			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	747,6	748,6	748,0			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETAS (gr.) (B-C)	481,7	487,6	483,2			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1,1	0,7	1,2			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,23	0,14	0,25			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2542	2526	2538			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,550	2,534	2,546			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,610					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	2,3	2,9	2,5			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724					
21 V.M.A.	12,5	13,0	12,6			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	81,5	77,5	80,4			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,933					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2,6					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	4,0					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	21,0	20,0	19,0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.426,0	1.306,0	1.420,0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.483,0	1.358,0	1.477,0			

LMA (B/20)  
JCH  
O.S. N°203


Lima, 07 de Mayo del 2022.

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667



	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	4 de 5

## LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

### N° INFORME JCH 22-056

<b>SOLICITANTE</b>	: JORGE AARON QUISPE SANTAMARIA	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Tesis "Sistema Bitufor para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible Villa María del Triunfo, 2021"	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: Con Geomalla Bitufor
		<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 2022/04/25.	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 2022/05/01 al 2022/05/06.

#### MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

##### Características de la Mezcla :

- Nº de golpes por cara	:		75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5,8	6,0	6,2
- Peso Especifico bulk, g/cm <sup>3</sup>	:	2,527	2,550	2,560
- Vacíos, %	:	4,6	4,0	3,3
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	64,0	69,0	72,0
- V.M.A., %	:	12,9	12,7	12,6
- Estabilidad, lb (kN)	:	3320,0 (14,77)	3340,0 (14,86)	3320,0 (14,77)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	17,6 (4,4)	18,3 (4,6)	18,9 (4,7)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3300,4	
- Absorción de Asfalto, %	:		2,6	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150,0	

##### Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	30,0
(2) Agregado fino, % *	:	70,0

##### Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (30%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (70%)
- Sistema BITUFOR:	:	Ubicación inferior

##### Nota :

(\*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

##### Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2022/04/25.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (M20)  
JCH  
O.S. N°205

Lima, 07 de Mayo del 2022.

  
Jean Chavez R  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



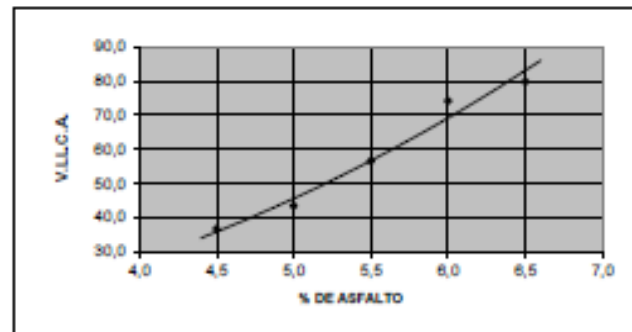
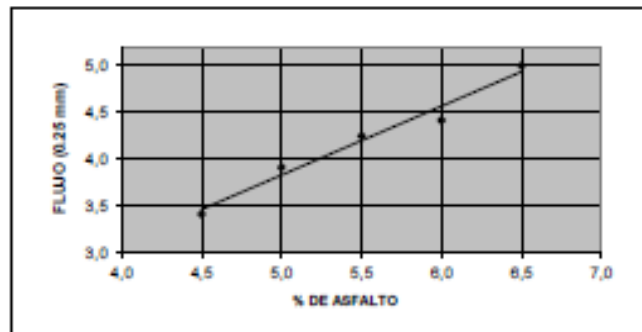
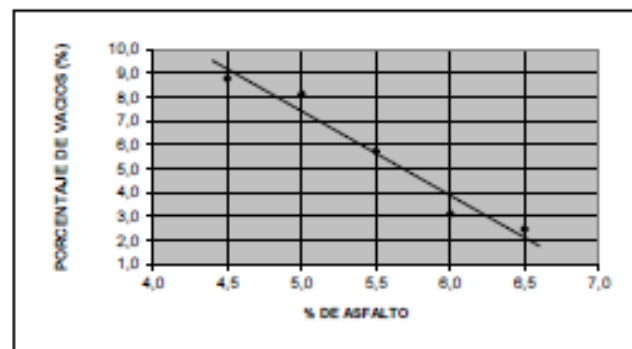
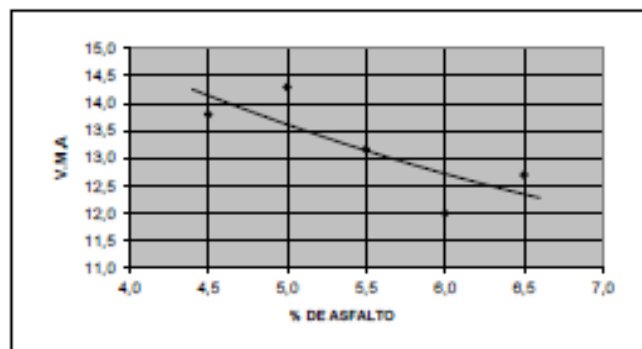
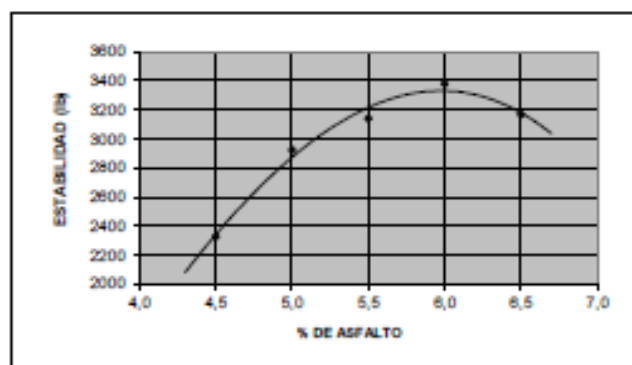
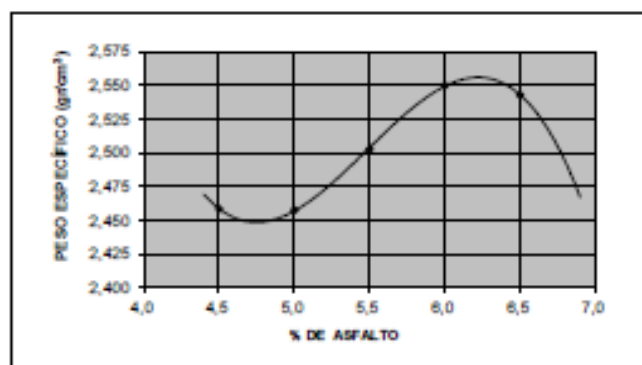
  
JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

## LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

### N° INFORME JCH 22-056

<b>SOLICITANTE</b> : JORGE AARON QUISPE SANTAMARIA <b>PROYECTO</b> : Tesis "Sistema Bitufor para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible Villa María del Triunfo, 2021" <b>FECHA DE RECEPCIÓN</b> : 2022/04/25.	<b>MUESTRA</b> : Agregados, Pen 60-70. <b>IDENTIFICACIÓN</b> : Con Geomalla Bitufor <b>CANTIDAD</b> : 100 kg, 01 gl. <b>PRESENTACIÓN</b> : Sacos y envase metálico. <b>FECHA DE ENSAYO</b> : 2022/05/01 al 2022/05/06.
---	--

#### MTC E-504 (2000)      RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



LMA (B/20)  
 JCH  
 03.0720

*Chavez*  
**Jean Chavez R**  
 Ttc. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 07 de Mayo del 2022.

*Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-332-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 091-2022  
 Fecha de Emisión : 2022-05-18

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
 Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA  
 Marca : OHAUS  
 Modelo : SE402F  
 Número de Serie : B145294230  
 Alcance de Indicación : 400 g  
 División de Escala de Verificación ( e ) : 0,1 g  
 División de Escala Real (d) : 0,01 g  
 Procedencia : NO INDICA  
 Identificación : BAL-002  
 Tipo : ELECTRÓNICA  
 Ubicación : LABORATORIO  
 Fecha de Calibración : 2022-05-18

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

#### 3. Método de Calibración

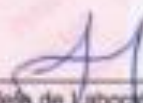
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019, Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

#### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
 AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2019 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Gapcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

Reservados todos los derechos. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-332-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	22,9	23,1
Humedad Relativa	66,3	67,2

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0064-2021

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 400,00 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 399,90 g para una carga de 400,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
DECLARACIÓN LENTE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	DET. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

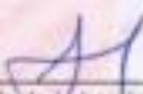
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	22,9	23,1

Medición Nº	Carga LP+ 200,000 g			Carga LP+ 400,001 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	200,00	0,008	-0,003	400,01	0,007	0,007
2	200,01	0,007	0,006	400,00	0,006	-0,002
3	200,00	0,008	-0,001	400,00	0,008	-0,004
4	200,00	0,008	-0,003	400,00	0,008	-0,005
5	199,99	0,009	-0,014	400,01	0,007	0,007
6	200,01	0,007	0,008	400,00	0,006	-0,002
7	200,01	0,008	0,006	400,00	0,007	-0,003
8	200,01	0,008	0,007	400,00	0,006	-0,002
9	200,01	0,008	0,008	400,00	0,008	-0,004
10	200,01	0,007	0,006	400,00	0,006	-0,002
Diferencia Máxima			0,023	0,013		
Error máximo permitido e			0,3 g	0,3 g		



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Tel. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punte de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Norma N° 017-2014

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-332-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Inicial Final

Temp. (°C) 23,1 23,1

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	AL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	AL (g)	R (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,100	0,10	0,007	-0,003	130,000	130,01	0,008	0,009	0,011
2		0,10	0,008	-0,004		129,99	0,008	-0,013	-0,008
3		0,10	0,007	-0,003		130,01	0,009	0,008	0,008
4		0,10	0,008	-0,003		129,99	0,007	-0,013	-0,008
5		0,10	0,008	-0,004		129,99	0,008	-0,011	-0,007

(\*) Valor entre 0 y 10 g

Error máximo permitido: ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

Inicial Final

Temp. (°C) 23,1 23,0

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± error (g)
	I (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,100	0,10	0,008	-0,003						
0,200	0,20	0,008	-0,004	-0,001	0,20	0,008	-0,003	0,000	0,1
2,000	2,00	0,007	-0,002	0,001	2,00	0,006	-0,004	0,003	0,1
10,000	10,00	0,006	-0,001	0,002	10,00	0,008	-0,003	0,000	0,1
50,000	50,00	0,006	-0,003	0,000	50,00	0,006	-0,004	-0,001	0,1
70,000	70,00	0,008	-0,004	-0,001	70,00	0,007	-0,002	0,001	0,2
100,000	100,00	0,007	-0,002	0,001	100,00	0,008	-0,001	0,002	0,2
150,000	150,00	0,006	-0,001	0,002	150,01	0,008	0,007	0,010	0,2
200,000	200,00	0,008	-0,003	0,000	200,00	0,008	-0,004	-0,001	0,2
300,001	300,01	0,008	0,005	0,006	300,00	0,007	-0,003	0,000	0,3
400,001	400,01	0,007	0,007	0,010	400,01	0,007	0,007	0,010	0,3

± error: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

R<sub>corregida</sub> = R - 1,77x10<sup>-4</sup> x R

Incetidumbre

U<sub>95</sub> = 2 √ 7,87x10<sup>-8</sup> g<sup>2</sup> + 2,97x10<sup>-4</sup> x R<sup>2</sup>

R: Lectura de la balanza AL: Carga incremental E: Error absoluto E<sub>c</sub>: Error en cero E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIRMA DEL DOCUMENTO



PT-06-F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telef. 292-5106

www.puntedeprecision.com E-mail: info@puntedeprecision.com / punteprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTE DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 091-2022  
Fecha de Emisión : 2022-05-18

**1. Solicitante** : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

**Dirección** : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO.  
2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE  
LURIGANCHO - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : OHAUS

**Modelo** : R31P30

**Número de Serie** : 8338210058

**Alcance de Indicación** : 30 000 g

**División de Escala de Verificación ( e )** : 1 g

**División de Escala Real ( d )** : 1 g

**Procedencia** : CHINA

**Identificación** : BAL-003

**Tipo** : ELECTRÓNICA

**Ubicación** : LABORATORIO

**Fecha de Calibración** : 2022-05-16

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. Método de Calibración

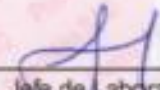
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	23,0	23,1
Humedad Relativa	64,4	64,4

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 984 g para una carga de 30 000 g  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

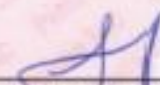
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp (°C)					
	Inicial 23,1			Final 23,0		
	Carga L1* 15 000,0 g			Carga L2* 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
2	15 000	0,8	-0,1	30 000	0,8	-0,3
3	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
4	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,8	-0,3
5	15 000	0,8	-0,1	30 000	0,7	-0,2
6	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
7	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3
8	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,9	-0,4
9	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,8	-0,3
10	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,7	-0,2
Diferencia Máxima	0,3			0,3		
Error máximo permitido	± 2 g			± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

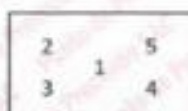
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>z</sub>				Determinación de E <sub>z</sub> corregido				
	Carga mínima (g)	f (g)	AL (g)	E <sub>z</sub> (g)	Carga L (g)	f (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>z</sub> (g)
1	10,0	10	0,8	-0,3	10 000,0	10 000	0,9	-0,4	-0,1
2		10	0,9	-0,4		10 000	0,8	-0,1	0,3
3		10	0,7	-0,2		10 000	0,7	-0,2	0,0
4		10	0,6	-0,1		10 001	0,6	0,9	1,0
5		10	0,8	-0,3		10 000	0,8	-0,3	0,0
Temp. (°C) Inicial: 23,0 Final: 23,0									
Error máximo permitido: ± 2 g									

(\*) valor entre 5 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	f (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>z</sub> (g)	f (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>z</sub> (g)	
10,0	10	0,7	-0,2						
50,0	50	0,6	-0,1	0,1	50	0,8	-0,3	-0,1	1
500,0	500	0,9	-0,4	-0,2	500	0,7	-0,2	0,0	1
2 000,0	2 000	0,7	-0,2	0,0	2 000	0,6	-0,1	0,1	1
5 000,0	5 000	0,8	-0,3	-0,1	5 000	0,8	-0,3	-0,1	1
7 000,0	7 000	0,9	-0,4	-0,2	7 000	0,9	-0,4	-0,2	2
10 000,0	10 000	0,8	-0,3	-0,1	10 000	0,8	-0,3	-0,1	2
15 000,0	15 000	0,7	-0,2	0,0	15 000	0,7	-0,2	0,0	2
20 000,0	20 000	0,9	-0,4	-0,2	19 999	0,6	-1,1	-0,9	2
25 000,0	25 000	0,8	-0,3	-0,1	24 999	0,8	-1,3	-1,1	3
30 000,0	30 000	0,9	-0,4	-0,2	30 000	0,9	-0,4	-0,2	3

e.g.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 9,78 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{2,62 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,49 \times 10^{-6} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error encontrado E<sub>z</sub>: Error en cero E<sub>z</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro INACAL-033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-344-2022**

Página: 1 de 3

Expediente	: 091-2022
Fecha de Emisión	: 2022-05-23
<b>1. Solicitante</b>	: <b>LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.</b>
Dirección	: AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
<b>2. Instrumento de Medición</b>	: <b>BALANZA</b>
Marca	: OHAUS
Modelo	: TAJ4001
Número de Serie	: 8338110064
Alcance de Indicación	: 4 000 g
División de Escala de Verificación ( e )	: 0,1 g
División de Escala Real (d)	: 0,1 g
Procedencia	: CHINA
Identificación	: BAL-001
Tipo	: ELECTRÓNICA
Ubicación	: LABORATORIO
Fecha de Calibración	: 2022-05-21

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Método de Calibración**

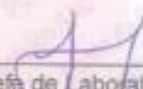
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro INACAL - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-344-2022

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Minima	Máxima
Temperatura	21,0	21,2
Humedad Relativa	63,8	64,8

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

**7. Observaciones**

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 4 000,0 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 3 998,8 g para una carga de 4 000,0 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRASA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 2 000,00 g			Carga L2= 4 000,00 g		
	f (g)	Δf (g)	E (g)	f (g)	Δf (g)	E (g)
1	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,1	0,05	0,10
2	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
3	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,06	-0,01
4	2 000,0	0,05	-0,01	4 000,0	0,08	-0,03
5	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,05	0,00
6	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
7	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,06	-0,01
8	2 000,0	0,05	-0,01	4 000,0	0,05	-0,03
9	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,05	0,00
10	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
Diferencia Máxima			0,04	0,14		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1,00	1,0	0,09	-0,04	1 300,00	1 299,9	0,04	-0,09	-0,05
2		0,9	0,05	-0,10		1 299,9	0,03	-0,06	0,02
3		0,8	0,08	-0,13		1 300,0	0,08	-0,03	0,10
4		0,9	0,06	-0,11		1 300,0	0,05	0,00	0,11
5		1,0	0,09	-0,04		1 299,9	0,03	-0,08	-0,04

Temp. (°C) Inicial: 21,0 Final: 21,0

(\*) Valor entre 0 y 10 g

Error máximo permitido: ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± error (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1,00	1,0	0,09	-0,04						
5,00	5,0	0,05	0,00	0,04	4,9	0,04	-0,09	-0,05	0,1
50,00	49,9	0,04	-0,09	-0,05	49,9	0,03	-0,06	-0,04	0,1
100,00	99,9	0,03	-0,08	-0,04	99,9	0,04	-0,06	-0,05	0,1
500,00	499,9	0,04	-0,09	-0,05	500,0	0,08	-0,03	0,01	0,1
700,00	699,9	0,03	-0,08	-0,04	700,0	0,05	0,00	0,04	0,2
1 000,00	999,9	0,04	-0,09	-0,05	1 000,0	0,09	-0,04	0,00	0,2
1 500,00	1 499,9	0,03	-0,08	-0,04	1 500,0	0,06	-0,01	0,03	0,2
2 000,00	2 000,0	0,09	-0,04	0,00	2 000,0	0,08	-0,03	0,01	0,2
3 000,00	3 000,1	0,05	0,10	0,14	2 999,9	0,04	-0,08	-0,05	0,3
4 000,00	4 000,1	0,07	0,06	0,12	4 000,1	0,07	0,08	0,12	0,3

a.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,63 \times 10^{-7} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{6,43 \times 10^{-7} \text{ g}^2 + 1,85 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga incrementada    E: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1609 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 091-2022  
Fecha de emisión : 2022-05-17

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : FORNEY  
Modelo de Copa : LA-3700  
Serie de Copa : NO INDICA  
Código de Identificación : ELC-003

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA  
16 - MAYO - 2022

4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM. Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM

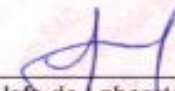
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,1	23,1
Humedad %	63	64

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1609 - 2022

Página : 2 de 2

### Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE			EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	54,43	1,60	26,90	46,77	50,70	150,01	124,78	9,98	2,24	13,35
	54,43	1,77	26,95	46,77	50,55	150,02	124,66	9,99	2,20	13,40
	54,43	1,74	26,95	46,77	50,65	150,00	124,77	9,98	2,23	13,45
	54,43	1,76	26,90	46,77	50,65	150,04	124,73	9,96	2,10	13,43
	54,43	1,72	26,95	46,77	50,60	150,10	124,75	9,96	2,16	13,46
PROMEDIO	54,43	1,73	26,93	46,77	50,64	150,04	124,73	9,98	2,19	13,42
MEDIDAS STANDARD	54,00	2,00	27,00	47,00	50,00	150,00	125,00	10,00	2,00	13,50
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	0,43	-0,27	-0,08	-0,23	0,64	0,04	-0,27	-0,03	0,19	-0,08

	Rango según norma	Medida encontrada
Resiliencia	77 % a 90 %	84 %

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-333-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 091-2022  
Fecha de Emisión : 2022-05-18

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO.  
2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE  
LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : PX224/E

Número de Serie : B823960516

Alcance de Indicación : 220 g

División de Escala  
de Verificación ( e ) : 1 mg

División de Escala Real ( d ) : 0,1 mg

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-004

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-05-16

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro MLC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-333-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	23,0	23,0
Humedad Relativa	66,3	66,3

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud E2)	LM-C-180-2021

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 220,0000 g  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 219,9994 g para una carga de 220,0000 g  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud I, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 <sup>m</sup> 110,00004 g		Carga L2 <sup>m</sup> 220,00003 g	
	I (g)	ΔI (mg)	I (g)	ΔI (mg)
1	109,9999	0,0	220,0000	0,0
2	110,0001	0,0	220,0000	0,0
3	110,0002	0,0	220,0001	0,0
4	110,0002	0,0	220,0000	0,0
5	110,0002	0,0	220,0000	0,0
6	110,0001	0,0	220,0001	0,0
7	110,0001	0,0	220,0002	0,0
8	110,0002	0,0	219,9999	0,0
9	110,0001	0,0	219,9999	0,0
10	110,0002	0,0	219,9999	0,0
Diferencia Máxima			0,3	0,4
Error máximo permitido ±			2 mg	3 mg



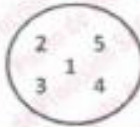
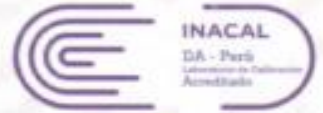
PT-05 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	23,0	23,0

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	f (g)	ΔL (mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga L (g)	f (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	0,00500	0,0050	0,0	0,0	70,00005	69,9999	0,0	-0,2	-0,2
2		0,0050	0,0	0,0		69,9998	0,0	-0,3	-0,3
3		0,0050	0,0	0,0		69,9996	0,0	-0,5	-0,5
4		0,0050	0,0	0,0		69,9996	0,0	-0,3	-0,3
5		0,0050	0,0	0,0		69,9994	0,0	-0,7	-0,7
(*) valor entre 0 y 10 e									
Error máximo permitido: ± 2 mg									

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	23,0	23,0

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (mg)
	f (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	f (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
0,00500	0,0050	0,0	0,0						
0,01000	0,0100	0,0	0,0	0,0	0,0100	0,0	0,0	0,0	1
0,50001	0,5000	0,0	0,0	0,0	0,5000	0,0	0,0	0,0	1
2,00002	2,0000	0,0	0,0	0,0	2,0000	0,0	0,0	0,0	1
5,00003	4,9999	0,0	-0,1	-0,1	4,9999	0,0	-0,1	-0,1	1
20,00002	20,0000	0,0	0,0	0,0	20,0001	0,0	0,1	0,1	1
50,00004	49,9998	0,0	-0,2	-0,2	49,9999	0,0	-0,1	-0,1	1
100,00002	100,0002	0,0	0,2	0,2	100,0003	0,0	0,3	0,3	2
150,00006	149,9998	0,0	-0,3	-0,3	149,9997	0,0	-0,4	-0,4	2
200,00001	200,0001	0,0	0,1	0,1	200,0003	0,0	0,3	0,3	2
220,00003	219,9999	0,0	-0,1	-0,1	219,9999	0,0	-0,1	-0,1	3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 6,24 \times 10^{-3} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{1,83 \times 10^{-3} \text{ mg}^2 + 3,05 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en mg

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 260 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 091-2022  
Fecha de emisión : 2022-05-17

Punto de Precisión S.A.C. utiliza en sus verificaciones y calibraciones patrones con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

2. Instrumento de Medición : MUFLA  
Indicación : DIGITAL  
Alcance de Indicación : 0 °C a 1200 °C  
Resolución : 1 °C  
Marca de Equipo : WITEG  
Modelo de Equipo : F-03  
Serie del Equipo : 1000788160C001  
Código de Identificación : HOR-003  
Marca de Indicador : SARUP  
Modelo de Indicador : 1.S.3

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA  
16 - MAYO - 2022

4. Método de Calibración  
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC - 017 del servicio nacional de metrología, del INACAL - DM.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	CT - 010 - 2022	INACAL - DM

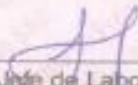
#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,7	22,4
Humedad %	64	66

#### 7. Resultados de la Medición

Los resultados de las mediciones se muestran en la página siguiente, tiempo de estabilización de la Mufla no menor a 30 minutos. La Incertidumbre a sido determinada con un factor de cobertura  $k=2$  para un nivel de confianza del 95 %.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152831



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 200 - 2022

Página : 2 de 2

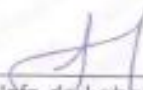
### Resultados de la Medición

INDICACIÓN DEL EQUIPO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
402	416,1	13,9	2,2
605	617,6	12,4	2,0
802	808,2	6,7	2,0

LA TEMPERATURA CONVENCIONAL VERDADERA (TCV) RESULTA DE LA RELACIÓN  
 $TCV = \text{INDICACIÓN DEL EQUIPO} + \text{CORRECCIÓN}$

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO-122-2022

Página : 1 de 2

Expediente : 091-2022  
Fecha de emisión : 2022-05-19

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.  
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : MEDIDOR DE PH

Indicación : DIGITAL

Intervalo de Indicación : -2,00 a 16,00 pH

Resolución : 0,01 pH

Marca : HANNA

Modelo : HI98128

Serie : 05050161101

Procedencia : ROMANIA

Código de Identificación : EMT-008

Ubicación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
19 de Mayo de 2022

4. Método de Calibración  
La calibración se efectuó por comparación según el procedimiento de calibración PC - 020 (2da Edición 2017).

5. Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Análisis
Soluciones Buffer del MERCK trazables al SRM del NIST y PTB	Solución de 4,00 PH	HC109827
	Solución de 7,01 PH	HC113836
	Solución de 10,00 PH	HC122123
INACAL - DM	Termómetro digital	LT - 105 - 2021

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,9	21,1
Humedad %	67	68
Presión mbar	997	997

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO-122-2022

Página : 2 de 2

Resultados de Medición

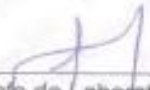
INDICACIÓN DEL EQUIPO ( PH )	TEMPERATURA ( °C )	CORRECCIÓN ( PH )	INCERTIDUMBRE ( PH )
3,96	21,1	0,04	0,01
6,98	21,3	0,03	0,01
9,30	21,1	0,70	0,02

**NOTA:**

(\*) Las correcciones por temperatura para los diferentes buffer son las siguientes:  
Buffer de 4,00 PH : Para 20 °C es de - 0,01 PH y para 30 °C es de + 0,01 PH  
Buffer de 7,01 PH : Para 20 °C es de + 0,02 PH y para 30 °C es de - 0,01 PH  
Buffer de 10,00 PH : Para 15 °C es de + 0,05 PH y para 25 °C es de - 0,06 PH  
La corrección por temperatura para 25 °C para el buffer 4,00 PH y 7,00 PH es de  $\pm 0,00$  PH y La corrección por temperatura para 20 °C para el buffer 10,00 PH es de  $\pm 0,00$  PH.

FIN DEL DOCUMENTO.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Sistema Bitufor para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible Villa María del Triunfo, 2022"

", cuyo autor es QUISPE SANTAMARIA JORGE AARON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 24 de Junio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE <b>DNI:</b> 07239759 <b>ORCID:</b> 0000-0002-0684-5114	Firmado electrónicamente por: CANCHOZUNIGA el 18-07-2022 20:13:16

Código documento Trilce: TRI - 0310358